

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

THIAGO DOS SANTOS DE LIMA

BIOLOGIA CELULAR INTERATIVA PARA O ENSINO MÉDIO: DESENVOLVIMENTO
DE UM APLICATIVO E DE UMA PÁGINA DE WEBSITE

CURITIBA

2020

THIAGO DOS SANTOS DE LIMA

BIOLOGIA CELULAR INTERATIVA PARA O ENSINO MÉDIO: DESENVOLVIMENTO
DE UM APLICATIVO E DE UMA PÁGINA DE WEBSITE

Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia
em Rede Nacional - PROFBIO, do Setor de
Ciências Biológicas, da Universidade Federal
do Paraná – UFPR, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Ensino de
Biologia

Orientadora: Prof^ª. Dra. Ruth Janice Guse
Schadeck.

CURITIBA

2020

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.
Biblioteca de Ciências Biológicas.
(Rosilei Vilas Boas – CRB/9-939).

Lima, Thiago dos Santos de.

Biologia celular interativa para o ensino médio: desenvolvimento de um aplicativo e de uma página de website. / Thiago dos Santos de Lima. – Curitiba, 2020.

102 f. : il.

Orientadora: Ruth Janice Guse Schadeck.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional.

1. Biologia (Estudo e ensino). 2. Biologia celular. 3. Material didático. 4. Métodos de ensino. I. Título. II. Schadeck, Ruth Janice Guse. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional.

CDD (20. ed.) 371.33



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFBIO ENSINO DE
BIOLOGIA EM REDE NACIONAL - 32001010175P5

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em PROFBIO ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **THIAGO DOS SANTOS DE LIMA** intitulada: **Biologia Celular Interativa para o ensino médio: desenvolvimento de um aplicativo e de uma página de website**, sob orientação da Profa. Dra. RUTH JANICE GUSE SCHADECK, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 23 de Outubro de 2020.

Assinatura Eletrônica

26/10/2020 13:26:22.0

RUTH JANICE GUSE SCHADECK

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

26/10/2020 11:31:02.0

GABRIEL MATHIAS CARNEIRO LEAO

Avaliador Externo (INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

26/10/2020 14:30:14.0

FERNANDA FOGAGNOLI SIMAS

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

RELATO DO MESTRANDO

Instituição: Universidade Federal do Paraná – UFPR
Mestrando: Thiago dos Santos de Lima
Título do TCM: Biologia Celular Interativa para o ensino médio: Construção de um aplicativo e uma página de website
Data da defesa: 23 de outubro de 2020
<p>Sou professor há 17 anos, pertenço ao quadro próprio do magistério na cidade de São Mateus do Sul, no estado do Paraná. Atuo nas disciplinas de Ciências para o ensino fundamental e Biologia para o ensino médio. Durante minha carreira docente, pude trabalhar em diversas realidades, escolas de periferia, do interior e também, as localizadas no centro da cidade, aprimorando desta forma minha prática docente, adaptando-me a estas diferentes realidades.</p> <p>Estudei a minha vida toda no ensino público, mas ter acesso à uma universidade federal sempre foi um sonho. Ter passado no teste seletivo para ingressar no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO foi uma realização pessoal e profissional. Graças ao incentivo da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, tive acesso a uma bolsa de estudos, que foi de grande ajuda à minha formação, pois toda semana viajava 300km da minha cidade até a faculdade, tendo muitos gastos com transporte, alimentação e compra de materiais para o estudo.</p> <p>Durante o curso, pude compartilhar da experiência de muitos professores, colegas de turma, e suas vivências em sala de aula, aprimorando ainda mais a minha prática docente. Além disso, as aulas me proporcionaram o acesso ao conhecimento com excelentes professores, que mostraram um olhar diferenciado sobre as práticas docentes, me ensinando diferentes vertentes metodológicas e em como tornar a educação uma ferramenta ainda mais fantástica na transformação de um cidadão. O curso me proporcionou também, diferentes abordagens e roteiros práticos, trabalhando com materiais alternativos, proporcionando riquíssimas discussões e troca de experiências.</p> <p>Confesso que de início me espantei com o dinamismo do curso e o quanto ele exigiu de mim, mas se alguém me perguntar hoje qual o sentimento que sinto após a sua conclusão, eu responderia “realizado!”. Me sinto muito mais capacitado no que amo fazer, lecionar, e o PROFBIO me proporcionou além do conhecimento, uma prática didática que me torna muito mais qualificado para poder contribuir na educação do nosso país.</p>

AGRADECIMENTOS

Á Deus pelo dom da vida e pela oportunidade única de crescimento profissional e pessoal, vivida no decorrer deste mestrado, por iluminar e guiar o meu caminho permitindo que a minha prática docente e consequentemente e da vida dos estudantes do ensino médio.

Não poderia deixar de agradecer o apoio das instituições e das pessoas que contribuíram para a execução deste trabalho. Agradeço ao PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional e a Universidade Federal do Paraná – UFPR, por me permitirem realizar esse sonho de participar de um curso de qualidade e real aplicabilidade na minha vida profissional.

Este Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) foi desenvolvido no Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, sob a orientação do Prof^a. Dra. Ruth Janice Guse Schadeck e contou com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Agradeço a Prof^a. Dra. Ruth Janice Guse Schadeck, que com seu olhar técnico e muitíssimo competente me orientou neste projeto, despertando em mim qualidades que eu mesmo desconhecia, depositando sua confiança e me encorajando na busca dos objetivos.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Gabriel Mathias Carneiro Leão, do Instituto Federal do Paraná, e Prof^a Dra Fernanda Fogagnoli Simas, da Universidade Federal do Paraná, pela disposição, pelo tempo e atenção disponibilizados, pelas contribuições enriquecedoras, e por aceitarem tão prontamente a este convite, muito obrigado.

A minha esposa Fernanda Letícia Muller Monte, que sempre estimulou e apoiou os meus sonhos, e ao meu lado, me faz uma pessoa melhor e um profissional mais dedicado.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

RESUMO

A tecnologia está presente na vida de todas as pessoas, em especial na atual geração de estudantes, através das mídias sociais, jogos, aplicativos e programas variados, dentre outras ferramentas. Isto ocorre porque os adolescentes e jovens de hoje cresceram cercados por tecnologias, utilizando-as em suas vidas pessoais intensamente. Entretanto, essas tecnologias e suas possibilidades não são usadas de forma plena nos processos de ensino e aprendizagem, desperdiçando um recurso valioso da vida estudantil. Vários fatores contribuem para este quadro, incluindo a falta de recursos didáticos virtuais adequados, especialmente nos temas sobre células. Este conteúdo é complexo e acresce-se a isso a sua natureza microscópica que dificulta a aprendizagem pelos estudantes. Dados da literatura tem indicado que a visualização de imagens 2D, 3D animações e vídeos favorecem essa aprendizagem. Diante deste quadro, este trabalho teve como objetivo desenvolver conteúdos digitais multimídia em temas de Biologia Celular apresentado no formato de um aplicativo e uma página de *website* sobre estrutura e função celular. A plataforma utilizada para a construção do aplicativo foi a “*Fábrica de Aplicativos*”, disponível online e que não exige conhecimento avançado de programação para o seu uso. Ela conta com ferramentas de construção e visualização prévia, ao passo que a programação é feita automaticamente. O aplicativo é compatível com o sistema *Android* e está disponível para download na Play Store de maneira gratuita (<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.app.gpu1966397.gpue06709803df36b2bed4f8dee0b05c3b4>). A página foi desenvolvida no WordPress e está disponível sob o domínio da UFPR - http://www.nuepe.ufpr.br/portal/?page_id=58. Os dois formatos das multimídias, o aplicativo e a página, receberam o nome de “Biologia Celular Interativa” e ambos contam com abas ou *links* que direcionam para os conteúdos de Biologia Celular, possibilitando uma navegação interativa. O estudante poderá escolher em qual formato deseja navegar atendendo ao seu estilo cognitivo e às suas necessidades. Da mesma forma, o professor poderá utilizar aquele que mais se ajusta ao contexto escolar. Os textos, imagens e objetos digitais educacionais disponibilizados podem complementar o livro didático, servir de fonte de pesquisa e de base para as mais diversas metodologias pedagógicas. Deve-se ainda ressaltar que todo o processo de desenvolvimento contribuiu para a formação de professor/autor de materiais didáticos para os ambientes virtuais, fato esse de suma relevância dada a escassez deste tipo de profissional. Espera-se com isso contribuir com a melhoria da aprendizagem sobre a estrutura e função celular ao nível do ensino médio.

Palavras-chave: Estrutura celular; função celular; multimídias; tecnologia no ensino

ABSTRACT

Technology is present in the lives of all people, especially the current generation of students, through social media, games, apps and various programs, among other tools. This is because today's teenagers and young people grew up surrounded by digital technologies, using them intensively in their personal lives. However, these technologies and their possibilities are not used fully in teaching and learning processes, wasting a valuable resource in student life. Several factors contribute to this picture, including the lack of adequate virtual didactic resources, especially on cell matters. This content is complex and, besides that, the microscopic characteristics of the cellular structures that make more difficult for students to learn. Literature data has indicated that the visualization of 2D images, 3D animations and videos facilitated this learning. Thus, the objective of this work is to develop digital multimedia content on themes of Cell Biology. For this purpose, a mobile phone application and a website page on cell structure and function were built. The platform used to build the application was the “Application Factory”, available online, which does not require advanced programming knowledge for its use. It offers construction tools and preview, while programming is done automatically. The application is compatible with the Android system and is available for download from the Play Store free of charge (<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.app.gpu1966397.gpue06709803df36b2bed4f8dee0b05c3b4>). The page was developed in Word Press and is available under the domain of UFPR - http://www.nuepe.ufpr.br/portal/?page_id=58. Both, the application and the page, received the name of ‘Interactive Cell Biology’ and both have tabs or links that direct to the contents of Cell Biology, and enable interactive navigation. These two presentations allow the student to choose the format that best suits his cognitive style and his needs. Similarly, the teacher can use the format that best fits the school context. The texts, images and digital educational objects can complement the textbook, serve as a research source and as a basis for the most diverse pedagogical methodologies. It should also be noted that the entire development process contributed to the training of teachers who developed didactic materials for virtual environments, a fact of the greatest relevance because the scarce number of such professionals. By these means (development of digital content and teacher developers of learning objects) it is expected to contribute to improving learning about cellular structure and function at the high school level.

Keywords: Cell structure; cell function; multimedia; technology in teaching

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MAPA ESTRUTURAL DO APLICATIVO	41
FIGURA 2 - TELA INICIAL DO WEB SITE FÁBRICA DE APLICATIVOS	42
FIGURA 3 - TELA DE DESIGN DO WEB SITE FÁBRICA DE APLICATIVOS	42
FIGURA 4 - TELA DE CONTEÚDO DO WEB SITE FÁBRICA DE APLICATIVOS	43
FIGURA 5 - TELA CONFIGURAÇÕES DO WEB SITE FÁBRICA DE APLICATIVOS ...	44
FIGURA 6 - TELA DE FINALIZAÇÃO DO WEB SITE FÁBRICA DE APLICATIVOS...	44
FIGURA 7 - TELA INICIAL DO APLICATIVO	47
FIGURA 8 – MENU PRINCIPAL	48
FIGURA 9 – ABA “TIPOS DE CÉLULAS” E SUAS SUBABAS	49
FIGURA 10 – ABA “MEMBRANA PLASMÁTICA” E SUAS SUBABAS	50
FIGURA 11 – ABA “CITOPLASMA” E SUAS SUBABAS	51
FIGURA 12 - ABA “NÚCLEO E EXPRESSÃO GÊNICA”	52
FIGURA 13 – ABA “TESTE SEUS CONHECIMENTOS” E SUAS SUBABAS	53
FIGURA 14 – ABA “SOBRE O APLICATIVO” E SUAS SUBABAS	54
FIGURA 15 - SLIDER DO SITE DO NUEPE COM LINK PARA PÁGINA “BIOLOGIA CELULAR INTERATIVA”. SETA – INDICA O LINK PARA A PÁGINA.	57
FIGURA 16 - MENU PRINCIPAL DO SITE DO NUEPE. SETA - INDICA O ACESSO PARA “BIOLOGIA CELULAR INTERATIVA”	58
FIGURA 17 - TEXTO FAZENDO REFERÊNCIA PARA O APLICATIVO	58
FIGURA 18 - LINK DE ACESSO PARA O VÍDEO DE APRESENTAÇÃO E INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE A PÁGINA	59
FIGURA 19 - PÁGINA INICIAL DE ACESSO	60
FIGURA 20 - NÚMERO DE DISPOSITIVOS COM O APLICATIVO ATIVO	55
FIGURA 21 – NÚMERO DE DISPOSITIVOS COM O APLICATIVO ATIVO	56
FIGURA 22 - IMAGENS DA ABA HISTÓRICO DAS CÉLULAS	82
FIGURA 23- IMAGENS DA ABA TIPOS DE CÉLULAS	82
FIGURA 24 - IMAGENS DA ABA MEMBRANA PLASMÁTICA	83
FIGURA 25 - IMAGENS DA ABA CITOPLASMA	83
FIGURA 26- IMAGENS DA ABA CITOPLASMA E SUAS ORGANELAS	84
FIGURA 27 - IMAGENS DA ABA NÚCLEO E EXPRESSÃO GÊNICA	84
FIGURA 28 - IMAGENS DA ABA SOBRE O APLICATIVO	85
FIGURA 29 - IMAGENS DA ABA ATIVIDADES	85

FIGURA 30 – CABEÇALHO DA PÁGINA DO MENU PRINCIPAL.....	86
FIGURA 31- MENU PRINCIPAL DO WEBSITE	87
FIGURA 32 – INÍCIO DA PÁGINA "HISTÓRICO DAS CÉLULAS" DO MENU PRINCIPAL	88
FIGURA 33 - INÍCIO DA PÁGINA "CÉLULAS PROCARIÓTICAS" EM "TIPOS DE CÉLULAS" NO MENU PRINCIPAL	89
FIGURA 34 - INÍCIO DA PÁGINA "CÉLULAS EUCARIÓTICAS" EM "TIPOS DE CÉLULAS" NO MENU PRINCIPAL	90
FIGURA 35 - INÍCIO DA PÁGINA "CÉLULA EUCARIÓTICA X CÉLULA PROCARIÓTICA " EM "TIPOS DE CÉLULAS" NO MENU PRINCIPAL.....	91
FIGURA 36 - INÍCIO DA PÁGINA "CÉLULAS ANIMAIS X CÉLULAS VEGETAIS " EM "TIPOS DE CÉLULAS" NO MENU PRINCIPAL	92
FIGURA 37 - INÍCIO DA PÁGINA "ESTRUTURA DA MEMBRANA " EM "MEMBRANA PLASMÁTICA" NO MENU PRINCIPAL.....	93
FIGURA 38 - INÍCIO DA PÁGINA "TRANSPORTE ATRAVÉS DA MEMBRANA " EM "MEMBRANA PLASMÁTICA" NO MENU PRINCIPAL.....	94
FIGURA 39 - INÍCIO DA PÁGINA "CITOESQUELETO " EM "CITOPLASMA" NO MENU PRINCIPAL	95
FIGURA 40 - INÍCIO DA PÁGINA "MITOCÔNDRIA " EM "CITOPLASMA" NO MENU PRINCIPAL	96
FIGURA 41 - INÍCIO DA PÁGINA "SÍNTESE E SECREÇÃO " EM "CITOPLASMA" NO MENU PRINCIPAL.....	97
FIGURA 42 - INÍCIO DA PÁGINA "ENDOCITOSE E DIGESTÃO CELULAR " EM "CITOPLASMA" NO MENU PRINCIPAL	98
FIGURA 43 - INÍCIO DA PÁGINA "PEROXISSOMOS, UMA ORGANELA MULTIFUNCIONAL" EM "CITOPLASMA" NO MENU PRINCIPAL.....	99
FIGURA 44 - INÍCIO DA PÁGINA "O CLOROPLASTO E A FOTOSSÍNTESE" EM "CITOPLASMA" NO MENU PRINCIPAL	100
FIGURA 45 - INÍCIO DA PÁGINA "VACÚOLOS" EM "CITOPLASMA" NO MENU PRINCIPAL	101
FIGURA 46 - INÍCIO DA PÁGINA "NÚCLEO E EXPRESSÃO GÊNICA” NO MENU PRINCIPAL	102

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – PONTUAÇÃO MÉDIA DOS ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO NO ENEM NAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS	21
GRÁFICO 2 – NÚMERO DE DOWNLOADS TOTAIS	55
GRÁFICO 3 – ÚLTIMOS PAÍSES COM DOWNLOADS DO APLICATIVO	56

LISTA DE SIGLAS

APP – Aplicativo

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

GIF - *Graphics Interchange Format* (Formato para Intercâmbio de Gráficos)

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PISA - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

SEED - Secretaria da Educação e do Esporte

TDIC - Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

UFPR – Universidade Federal do Paraná

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 A EDUCAÇÃO NACIONAL E SUAS DIRETRIZES GERAIS	16
1.2 A BIOLOGIA COMO MATÉRIA ESCOLAR.....	17
1.3 O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR.....	18
1.4 RECURSOS DE IMAGEM NA APRENDIZAGEM SOBRE BIOLOGIA CELULAR	23
1.4.1 Sobre imagens.....	23
1.4.2 O YouTube	24
1.4.3 Sobre imagens e palavras.....	26
1.5 TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TDICS) NO ENSINO.....	27
1.6 O USO DE TELEFONES CELULARES COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM.....	31
1.7 AS TDIC COMO FACILITADORES DA PRÁTICA DOCENTE	32
1.8 APLICATIVOS DISPONÍVEIS PARA O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR	34
1.9 FORMAÇÃO DE PROFESSORES AUTORES DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM	35
2. OBJETIVOS	37
2.1 OBJETIVO GERAL	37
3. MATERIAIS E MÉTODOS	38
3.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DE CONTEÚDO, SELEÇÃO DE VÍDEOS, IMAGENS E GIFS DE USO LIVRE OU LICENCIADOS.....	38
3.2 A ESCOLHA DO APLICATIVO	39
3.3 DINÂMICA DA CONSTRUÇÃO DOS CONTEÚDOS	40
3.4 ORGANIZAÇÃO DO APLICATIVO	40
3.5 USANDO O <i>WEB SITE</i> “FÁBRICA DE APLICATIVOS”	41
3.6 CONSTRUÇÃO DA PÁGINA	45

4. RESULTADOS	46
4.1 APLICATIVO “BIOLOGIA CELULAR INTERATIVA”	46
4.1.1 Dados e resultados prévios do aplicativo	54
4.2. PÁGINA “BIOLOGIA CELULAR INTERATIVA”	57
5. DISCUSSÃO	63
6. CONCLUSÕES.....	67
REFERÊNCIAS.....	69
ANEXO 1 – <i>PRINTS</i> DE ALGUMAS TELAS DO APLICATIVO “BIOLOGIA CELULAR INTERATIVA”	82
ANEXO 2 - <i>PRINTS</i> DE ALGUMAS PÁGINAS DE WEBSITE “BIOLOGIA CELULAR INTERATIVA”	86

1. INTRODUÇÃO

A Biologia Celular é um dos temas da Biologia que enfrenta muita resistência pelos estudantes. Isso decorre devido a sua natureza microscópica e sua complexidade que exigem grande abstração dos estudantes, além de apresentar muitos conceitos e termos que são de difícil assimilação. No entanto, a compreensão da organização celular e dos tecidos é conteúdo estruturante para a construção de todo o conhecimento biológico (GAGLIARDI, 1986). Essa compreensão é facilitada, obviamente, com o uso do microscópio, o que pode estar muito distante da realidade do estudante, uma vez que há falta de laboratórios e/ou microscópios nas escolas. Dados de censo escolar indicam que no Brasil apenas 38,8% das escolas de ensino médio da rede pública possuem laboratório de ciências, e sendo que este índice é 57,2% nas privadas (INEP, 2019). Não existem dados específicos sobre a presença de microscópios nas escolas, mas a prática cotidiana dos professores indica que, em muitos casos, ele não existe no laboratório, ou está em condições inapropriadas de uso (Experiência pessoal).

Diante deste cenário, surgem alguns questionamentos: Como facilitar a aprendizagem sobre as células? Quais outros recursos podem contribuir na compreensão microscópica? Como instigar o interesse dos estudantes em biologia celular? Como facilitar seu estudo? Urge que se desenvolvam estratégias que facilitem e estimulem o estudo e a compreensão deste conteúdo.

Uma das alternativas é empregar recursos das tecnologias digitais de Informação e Comunicação (TDICs). Em um mundo cada vez mais globalizado, integrar as novas tecnologias em favor do ensino é fundamental, especialmente ao se considerar as particularidades da atual geração de estudantes. Esses estudantes, os chamados nativos digitais, cresceram rodeados por tecnologias, computadores, vídeo games, tocadores de músicas digitais, telefones celulares e outros recursos digitais, que permitem a navegação pela internet e o acesso ao ciberespaço (PRENSKY, 2001; TEZANI, 2017). Ainda segundo Prensky (2001), são características dessa geração a rapidez de acesso à informação, a forma como baixam músicas, vídeos, filmes e armazenam informações em seus computadores, a transmissão de mensagens instantâneas, estarem conectados durante grande parte do seu dia e a grande facilidade com a linguagem digital.

Além do trabalho clássico de Prenski (2001) que cunhou o termo “nativo digitais”, vários autores têm descrito outros termos que classificam os jovens de hoje. Meirinho (2015) afirma que jovens nascidos após 1995 podem ser chamados de “Geração Net”, “*e-generation*”, “*Homosapiens digitalis*”, “*iGen*”, “*Post-Millennials*” entre outros nomes. Outro conceito utilizado é “Geração Z”, onde o Z, do inglês, abrevia a palavra “*zapping*”, que significa o ato

de mudar de canais rapidamente quando assistimos televisão (TOLEDO; ALBUQUERQUE; MAGALHÃES 2012).

Logo, é essencial que as TDICs também sejam utilizadas no ambiente escolar e se somem às outras abordagens didáticas. Esses recursos são especialmente importantes em temas relativos à estrutura e função celular. Isso porque, para a aprendizagem destes temas, é necessário que se construam representações mentais da morfologia e das transformações de estruturas e subestruturas microscópicas.

1.1 A EDUCAÇÃO NACIONAL E SUAS DIRETRIZES GERAIS

É importante salientar a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento norteador da educação no Brasil, está prevista na constituição vigente do país até os dias de hoje. Em seu Artigo 210, a Constituição Federal de 1988 preconiza a elaboração e a aplicação de um documento que aplique as diretrizes para a educação na República Federativa do Brasil (SAVIANI, 2016).

Para Saviani (2016), o maior objetivo da BNCC é estabelecer a relação de conteúdos que devem ser trabalhados em todas as escolas para todos os estudantes, a fim de padronizar o nível dos estudantes que estão cursando essas séries em toda a extensão do Brasil. Não mais deixando que cada estado lide com os conteúdos e selecione o quais serão trabalhados em cada série, de forma independente de um regime maior como o Federativo.

Em 1996 foram lançadas as Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional que visavam equiparar os conteúdos e as metodologias de ensino de todas as séries da trajetória escolar, em todo o território nacional, sendo considerada uma extensão mais específica da BNCC que a antecedeu (BRASIL, 2017).

No ano seguinte, 1997, o Estado lança dez volumes de cadernos onde estão descritos os chamados Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para o Ensino Fundamental, do 1º ao 5º ano do ensino fundamental, visando não apenas direcionar os educadores para os conteúdos a serem passados, mas principalmente para qualidade do ensino e a forma como seriam passados. Em 1998 são lançados os PCNs para estudantes do 6º ao 9º do Ensino Fundamental II, que enfatizava a participação da comunidade no ensino dos estudantes, incluindo pais, pedagogos, governantes, dentre outros (BRASIL, 2017).

Nos anos 2000, foram lançados os quatro volumes do Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), que tinham como objetivo indicar novas

metodologias para os professores combaterem a evasão escolar que era, e ainda é, um grande problema da educação nacional nessa faixa etária (BRASIL, 2017).

Para Saviani (2016), o documento que compreende a Base Nacional Comum Curricular assegura o direito constitucional ao acesso à educação de qualidade para todos os brasileiros, na idade correta e sem distinção de raça, etnia, credo ou classe social.

1.2 A BIOLOGIA COMO MATÉRIA ESCOLAR

Para Bizzo (2012), as origens da biologia, enquanto linha de estudo da ciência, estão nas influências colonizadoras que acompanharam o Brasil em seus primeiros passos enquanto República Federativa independente. Tendo assim, sua origem em 1764, após a grande reforma educacional que colocou o estudo da natureza como peça chave no currículo educacional do país.

Conforme ocorriam grandes epidemias, guerras e revoluções, a biologia foi sendo reconhecida como viabilizadora dos conhecimentos necessários para que ocorresse o avanço da medicina no mundo. Isso porque foi notada a necessidade de se conhecer o corpo humano e tudo que há na natureza para que fossem desenvolvidos tratamentos, vacinas, prevenções, dentre outros (BIZZO, 2012).

Como bem coloca Krasilchik (2004), a biologia é uma das matérias que aparecem no currículo nacional como obrigatórias nas fases finais da trajetória escolar, ou seja, no ensino médio. Faz parte das Ciências da Natureza e este nome se deve ao fato de que as matérias que compõem esse grupo tratam da natureza em todos os seus aspectos: físicos, químicos e biológicos.

Essa disciplina tem um importante papel no desenvolvimento das noções de ambiente, sua organização, relações existentes entre seres vivos e não vivos e, principalmente, fomentar as discussões que nos permitem entender o universo do ponto de vista das ciências que buscam sua validação no próprio objeto de estudo (BORBA, 2013).

Segundo a legislação brasileira que norteia as atividades educacionais, todas as escolas, profissionais educadores, gestores e integrantes do grupo escolar devem promover a formação dos cidadãos que se enquadram na qualidade de estudantes. Isso porque não é função da escola apenas ensinar os conteúdos, mas sim formar cidadãos conscientes, éticos e que saibam viver e se portar em sociedade (MARTINS, 2006).

De acordo com Borges e Lima (2007), o ensino da biologia deve mostrar o caminho o qual o estudante deve percorrer, para que não possa mais ser considerado ignorante sobre o mundo a sua volta, a natureza e as pessoas que nele vivem.

Na mesma linha, Krasilchik (2004) preconiza que o ensino da biologia no ambiente escolar é fundamental para que o estudante possa compreender diversas esferas da vida humana moderna, isso porque os conhecimentos relacionados à matéria são necessários para que se compreendam os componentes dos seres vivos, e também não vivos, que coexistem dentro de um mesmo Universo. Logo, um estudante que não está inteirado dos conhecimentos relacionados à biologia não pode analisar e nem opinar em uma gama diversa de setores importantes para a perpetuação da vida e da convivência humana, atendendo então, o caráter libertador do ensino da biologia: a libertação do ato de não saber e não compreender questões tão importantes (BORGES; LIMA, 2007).

Entretanto, o ensino de Biologia enfrenta muitos problemas. Delizoicov et al. (2002) afirmam que o Ensino de Biologia praticado no Brasil, pressupõe uma atitude passiva dos estudantes, não favorecendo a criatividade, a inovação e a transformação do conhecimento. Além disso, como já citado anteriormente, há uma carência de laboratórios nas escolas públicas, e como afirma Krasilchik (2005), as aulas de laboratório são insubstituíveis, pois desempenham funções únicas, colocando o estudante em contato com fenômenos, manipulando materiais e observando organismos.

Outro aspecto que desafia o ensino da Biologia é o seu dinamismo. Sabemos que esta disciplina está em constante transformação e exige do educador um constante aperfeiçoamento dos conhecimentos, afim de melhorar cada vez mais sua prática pedagógica (CAMELO; SILVA; LOPES; JUNIOR, (2020). Além da compreensão deste dinamismo, as práticas pedagógicas devem propiciar aos estudantes o tratamento de informações, estimulando o seu pensamento crítico, permitindo que compreenda o mundo e possa agir de maneira consciente (DURÉ; ANDRADE; ABÍLIO, 2018).

1.3 O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR

Borges e Lima (2007), discorrendo sobre a área da Biologia Celular, dizem ser necessário que os estudantes passem pela formação escolar com estes conhecimentos adquiridos para que possam estar academicamente incluídos nas discussões e tenham consciência do seu próprio corpo e do universo em que vivem.

A Biologia Celular, algumas vezes ainda referida como citologia, é a área da biologia que estuda as células, a estrutura básica construtora de um ser vivo. Compreender a célula é chave na construção do conhecimento científico biológico uma vez que sustenta a estrutura e funcionamento de todos os seres vivos (PALMERO; MOREIRA, 1999; HERMEL, 2014). Fica claro, portanto, a importância do tema e sua relevância para a formação acadêmica do estudante.

Concordando com Carnevalle (2012), desde o advento do microscópio, a célula tornou-se um tema de suma importância. Através da compreensão do funcionamento das células é possível entender como o ar inspirado e o alimento ingerido são utilizados, como uma nova vida se forma, o funcionamento dos organismos, seus processos químicos e biológicos, interações, necessidades e produtos. Além disso, permite entender a evolução de organismos mais simples, como as bactérias, até seres complexos como os animais. No interior das células, cada organela apresenta funções específicas que participam de processos importantes, auxiliando na compreensão de diversos fenômenos biológicos.

Apesar de sua importância, o ensino e a aprendizagem sobre células encontram grandes problemas. Segundo Manzke (2013), os estudantes, frequentemente, encaram a os conteúdos sobre células com dificuldade, uma vez que exige uma grande capacidade de abstração. Essa dificuldade deve-se às características microscópicas e submicroscópicas das células (REINDL et al., 2015). Ainda segundo os autores, as dificuldades também são decorrentes da necessidade do o entendimento de novos e complexos conceitos, que integram morfologia, função e modificações dos componentes celulares no tempo e no espaço.

Para Geraldi (1997), assim como todas as matérias que compõem o currículo de educação nacional, a biologia também possui metodologias de ensino padronizadas e alternativas. Na prática, em muitos casos, a aula expositiva é a ainda é metodologia mais usada no ensino de Biologia (OLIVEIRA, 2019). Essa é uma realidade de conhecimento geral. É muito comum que os estudantes sejam apresentados ao tema pelos professores, recebam a explicação dos conceitos, realizem exercícios e depois tenham seu desempenho avaliado através da aplicação de provas (experiência pessoal).

Para agravar este quadro, existem obstáculos de cunho pedagógico, como os professores que se baseiam em metodologias tradicionais e que normalmente se limitam apenas ao uso do livro didático (KRASILCHIK, 2004). Há mais de duas décadas já se indicava que os docente selecionavam e abordavam o conteúdo de forma descritiva e descontextualizada, ocorrendo a simples transmissão dos conceitos, desconsiderando o conhecimento prévio do estudante e seu instrumental para investigar os propósitos e se apropriar do conhecimento sistematizado (GONÇALVES; PIMENTA, 1991). Este quadro persiste ainda hoje sendo que o

enfoque do ensino de ciências está no estímulo para decorar nomes expressões científicas (KLEBIS, 2015).

Pedracini et. al. (2007) também postulam que o ensino da Biologia Celular é amplamente descritivo e não traz uma contextualização sólida e palpável para facilitar a compreensão pelos educandos. Dessa forma, o ensino e aprendizagem ficam comprometidos e o interesse no conteúdo vai sendo perdido. Como resultado, a Biologia Celular é, ainda, uma grande dúvida para os estudantes que chegam a concluir a sua jornada escolar, e pode ser assim até o final de suas vidas (ALMEIDA; SILVA, 2007). Vigário e Cicillini (2019) descrevem em seu trabalho que a Biologia Celular é também fundamental na compreensão de outros temas da Biologia que iniciam pelo micro para depois passar para o macro. Dessa forma, o educador deve modificar a sua prática pedagógica, implementando novas técnicas e adotando novos recursos educacionais e metodologias (FREITAS, 2009; GARCIA, 2013), ideia que predomina ao nível internacional (DICARLO, 2006; VESELINOVSKA, GUDEVA; DJOKIC, 2011).

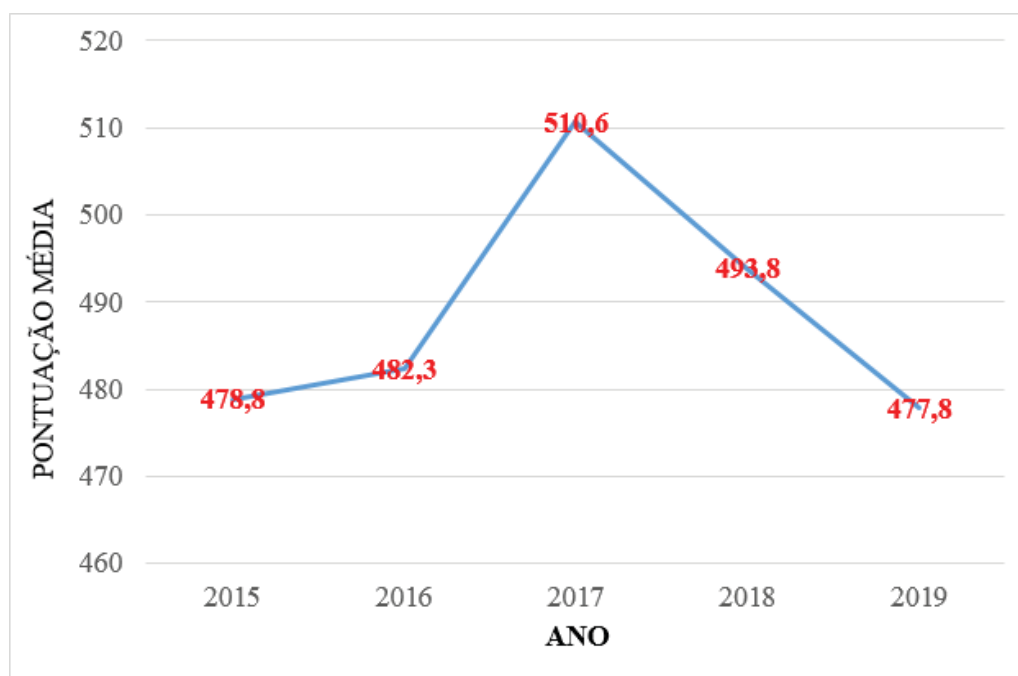
Deve-se ainda citar que uma das principais dificuldades enfrentadas pelos professores de Biologia é a falta de interesse pelo aprendizado desta disciplina (SILVA; SARTORI, 2012). Isto se deve principalmente à resistência em compreender os conceitos e termos relativos à organização celular microscópica. Para o enfrentamento deste cenário, segundo Zompero e Laburú (2010), somado aos diversos recursos que podem colaborar para que o estudante se sinta entusiasmado em aprender, deve-se promover uma aprendizagem significativa. Sob essa perspectiva é necessário que os recursos utilizados possibilitem a aprendizagem centrada no estudante. Dentre esses recursos destaca-se o uso de instrumentos tecnológicos, os quais têm sido grandes apoios de educadores e estudantes e estão cada vez mais presentes no ambiente escolar. Aprender a manusear e conviver com esses instrumentos tecnológicos é o primeiro passo para ter a tecnologia como aliada ao ensino em sala de aula (SANTOS; LUZ, 2013).

Uma das principais ferramentas para avaliar a qualidade do ensino no Brasil é o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Ele exige do estudante um nível de interpretação de acontecimentos no país e no mundo. O teste avalia a bagagem cultural do estudante, em vez de analisar, pontualmente, um conteúdo específico. Ela possui quatro áreas do conhecimento, são elas: LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS e REDAÇÃO, pertencentes aos componentes curriculares de língua portuguesa, literatura, língua estrangeira (inglês ou espanhol), artes, educação física e tecnologias da informação e comunicação; Ciências Humanas e Suas Tecnologias que avalia os componentes de história, geografia, filosofia e sociologia; Matemática e Suas Tecnologias que envolve os conhecimentos da disciplina de

matemática, e por fim, Ciências da Natureza e Suas Tecnologias que avalia as competências e habilidades de química, física e biologia (INEP, 2019).

Durante o ano de 2019, um número significativo de estudantes participou do ENEM. Esta edição teve 5.095.388 inscritos, sendo que apenas 3.935.237 realizaram a avaliação nos dois dias. Dos inscritos, 1.465.895 são concluintes do ensino médio, 2.993.032 egressos do ensino médio e 616.672 são treineiros, isto é, realizam uma autoavaliação (INEP, 2019). Os resultados referentes a esta edição foram divulgados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e demonstra a média geral dos participantes. Em redação, a média foi 592,9; em linguagens, códigos e suas tecnologias 520,9; em matemática e suas tecnologias 523,1; ciências humanas e suas tecnologias 508; e ciências da natureza e suas tecnologias 477,8. A área de Ciências da natureza e suas tecnologias apresentou o menor índice, evidenciando problemas no processo de ensino e aprendizagem nas disciplinas que estão inclusas nesta área do conhecimento, na qual está inserida a disciplina de Biologia. O gráfico abaixo apresenta o desempenho dos estudantes nas últimas cinco edições do ENEM nesta área do conhecimento.

GRÁFICO 1 – PONTUAÇÃO MÉDIA DOS ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO NO ENEM NAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS



FONTE: INEP (2019) – Relatório pedagógico

Como pode ser observado, entre os anos de 2015 e 2017 houve uma melhora significativa no desempenho dos estudantes, porém após 2017 o desempenho voltou a cair, sendo em 2019 a pior média.

De acordo com Carvalho (2016), outra ferramenta que avalia a qualidade do ensino é o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA). Ela coloca a biologia como uma das áreas ligadas à ciência e de grande relevância ao conhecimento científico. Para efeitos da avaliação do PISA, o conhecimento de conteúdo é selecionado com base nos principais campos da física, química, biologia, Ciências da Terra e do espaço, de acordo com duas premissas: ter relevância em situações da vida real e representar um conceito ou uma teoria duradoura (INEP, 2019).

A última edição do PISA foi 2018, aplicado pelo INEP, e avaliou de maneira amostral 597 escolas públicas e privadas com 10.961 estudantes. O resultado mostrou que 43,2% dos estudantes foram categorizados como abaixo do nível em todas as provas que prestaram, enquanto apenas 2,5% dos estudantes atingiram níveis considerados satisfatórios, e revela ainda que este índice está congelado desde 2009. Sendo assim, a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) conclui que o Brasil conta com uma média de 15,7% de estudantes que se encontram alinhados e dominantes dos conteúdos necessários à sua idade e série escolar (INEP, 2018).

Pelo acima exposto, o ensino e a aprendizagem em Biologia e em Biologia Celular encontram grandes dificuldades. As metodologias de ensino tradicionais já não satisfazem as necessidades do estudante contemporâneo. Tendo em vista essa realidade, se torna prioridade que se busquem alternativas educacionais que tornem o ambiente escolar mais interessante e propício ao aprendizado. Os temas que compreendem a Biologia Celular são extremamente ricos e possuem potencial para despertar o interesse dos estudantes, desde que sejam abordados de forma adequada. Portanto, faz-se necessário que novas estratégias e recursos mais atrativos sejam propostas para facilitar a aprendizagem sobre estrutura e função celular. Dentre outras orientações, os PCNEM estabelecem que "as tecnologias da comunicação e da informação e seu estudo devem permear o currículo e suas disciplinas" (BRASIL, 1999, p. 134). Diante desse quadro uma abordagem promissora para propiciar uma melhor aprendizagem em Biologia Celular são as TDICs.

1.4 RECURSOS DE IMAGEM NA APRENDIZAGEM SOBRE BIOLOGIA CELULAR

1.4.1 Sobre imagens

Para a melhoria da compreensão das células, variadas abordagens têm sido propostas, como metodologias de aprendizagem ativa, estudos de casos, ensino por investigação, mapas conceituais e tecnologias de comunicação e informação (DICARLIO, 2006; VESELINOVSKA et al, 2011; DOLAN; COLLINS, 2015; JUSTI, 2015; ROLDI et al., 2018; LEÃO; PADIAL; RANDI, 2018). Independente da metodologia, o estudante deverá realizar uma representação mental da estrutura ou fenômeno celular abordado. Essa premissa está de acordo com a afirmação de Jenkison (2018), quando diz que a visualização é essencial na aprendizagem sobre células.

Stieff et al. (2005), se referindo às áreas de química e biologia, apontam que “as ferramentas de visualização estão entre as tecnologias mais importantes para a aprendizagem no ensino médio e graduação” (tradução nossa). Os autores ainda apontam que isso acontece por permitirem a compreensão de processos complicados, enredados entre si, possibilitando a representação mental de um elemento abstrato a partir de um objeto que pode ser visualizado. Na mesma linha, Jenkinson (2018) afirma que a visualização de ilustrações científicas, modelos tridimensionais, animações, vídeos e outros recursos gráficos são fundamentais para a aprendizagem de processos microscópicos. Outros autores igualmente indicam que a compreensão da morfologia, tamanho e posição espacial da célula e de suas partes pode ser facilitada por visualizações de representações gráficas como imagens, vídeos e animações (McCLEAN, 2005; HOFFLER; LEUTNER, 2007; REINDL et al., 2015).

As representações dos conceitos abstratos relativos às células e seus constituintes pode acontecer a partir de imagens bidimensionais (2D), tridimensionais (3D) estáticas, dinâmicas e outras formas de apresentação (JENKINSON, 2018). As imagens 2D foram, por um longo período, o único recurso gráfico que se dispunha e continuam sendo um meio importante de comunicar um conceito e facilitar a compreensão de processos celulares. Adicionalmente, Stieff et al., (2005) argumentam que a capacidade de visualizar as relações espaciais e as transformações dessas relações, entre várias estruturas, é crítica para aprendizagem de fenômenos científicos e que isso requer a concepção da tridimensionalidade. Esse pressuposto pode ser perfeitamente aplicado ao entendimento da estrutura e função celular. As células e suas subestruturas têm forma, volume, tamanho, ocupam um espaço tridimensional e se modificam no tempo e no espaço. Jenkinson (2018,) considera que é muito difícil para

estudantes, que têm apenas uma compreensão muito básica da estrutura molecular, construir uma representação 3D a partir de uma imagem 2D. Na mesma linha, estudos tem demonstrado cada vez mais a importância da tridimensionalidade na aprendizagem em ciências (KORAKAKIS et al., 2012). Portanto, de acordo com o exposto acima, embora as imagens 2D tenham um valor didático inegável, a concepção 3D é fundamental para uma compreensão em maior profundidade e mais próxima da realidade.

As inovações tecnológicas da computação gráfica aplicadas no desenvolvimento de animações, aliadas ao conhecimento científico, têm produzido inúmeros excelentes recursos para o ensino e a aprendizagem (JENKINSON, 2018). As animações têm sido apontadas como facilitadoras da aprendizagem sobre células em inúmeros trabalhos (HEYDEN, 2004; STITH, 2004; HOFFLER & LEUTNER, 2007; KORAKAKIS, et al., 2012; McELHANEY et al. 2012; REINDL et al., 2015; McCLEAN, 2015). Tem sido apontado que estes recursos facilitam a retenção a retenção de longo prazo (O'DAY, 2007; ELANGO VAN, 2014; GOFF et al., 2017).

Além das abordagens descritas acima, imagens de células reais e vídeos de células vivas tem valor indiscutível, tanto na investigação científica quando na educação, e devem ser incluídas nos recursos de aprendizagem (ARAÚJO-JORGE et al, 2004; SAILEM, et al., 2016). Sites especializados, sites de universidades e laboratórios de pesquisa, bem como *blogs* de professores, disponibilizam imagens obtidas através de diferentes microscopias que podem ser acessadas por qualquer pessoa a um clique. Isso é observado especialmente em países desenvolvidos como, por exemplo, as galerias de imagens da Sociedade Americana de Biologia Celular, [Cell Image Library](#) e do [NHI](#) (National Institute of General Medical Sciences). Entretanto, e muitas vezes, essas imagens não são acompanhadas de explicações e, quando o são, a explicação está na língua inglesa, dificultando a compreensão dos estudantes brasileiros.

1.4.2 O YouTube

O YouTube é o maior site de armazenamento e compartilhamento de vídeos da *web* e é apontado como “o maior aglutinador de mídia da internet no início do século 21” (BURGESS; GREEN, 2009). Estudos em diferentes países têm demonstrado que os vídeos do YouTube são utilizados como ferramenta complementar ao ensino (MOGHAVVEMI et al., 2018), agregam satisfação ao estudante em uma aula tradicional (TUGRUL, 2012; TORRES-RAMÍREZ et al., 2014) e contribuem para a atenção e retenção (JOHNSON; MAYER, 2009). No Brasil, esta plataforma também tem sido utilizada no ensino (ARANHA et al., 2019). Os estudantes

indicaram, em um estudo sobre o uso de vídeo YouTube nas aulas de geografia, que entenderam melhor o assunto, gostaram e acharam importante o uso de vídeos (SMITH, 2015).

Um aspecto que se destaca é os estudantes buscarem no YouTube vídeos para completar as informações escolares (MEDINA; BRAGA; RÊGO, 2015,). SILVA et al. (2017), evidenciaram que usar vídeos no YouTube é uma prática comum dos estudantes do ensino médio e que os assuntos mais procurados são de física química e biologia. De forma similar, Silva e Sales (2015) apontaram que a utilização do YouTube para estudar os conteúdos curriculares é usual entre os jovens. Esses autores concluem que:

“Neste contexto, o uso do Youtube pelos/as alunos/as no percurso educacional se insere em um processo de mudança cultural que permeia as atitudes e comportamentos da juventude ciborgue. Tais mudanças podem alterar de maneira significativa a ecologia das relações entre as culturas juvenis e a cultura escolar, que precisa se alinhar às expectativas e aos anseios de uma juventude sempre em mutação e que assimila as inovações tecnológicas da atualidade a uma velocidade que a escola, de modo geral, ainda não consegue acompanhar”. (SILVA; SALES, 2015)

Na área de biologia celular, canais do YouTube com vídeos produzidas por várias importantes universidades ao redor do mundo, o que, por si só, já é um referencial de confiabilidade para os vídeos, estão disponibilizadas para uso. Pode-se citar “Virtual Cell Collections”, com Licença Creative Commons, produzida pela Universidade da Dakota do Norte (EUA), com uma biblioteca de vídeos canal do YouTube [ndsuvirtualcell](https://www.ndsuvirtualcell.org/); Instituto Walter e Eliza Hall (<https://www.wehi.edu.au/wehi-tv>) que também disponibiliza vídeos em seu canal do YouTube [WHImovies](https://www.youtube.com/channel/UCISV2Tk7x-wBBXP6-VCNbNw); DNA Learning Center (<https://dnalc.cshl.edu/resources/animations/>) que publica seus vídeos no canal do YouTube [DNA Learning Center](https://www.youtube.com/channel/UCISV2Tk7x-wBBXP6-VCNbNw); Biovisions, da Universidade de Harvard (<http://biovisions.mcb.harvard.edu/>) que tem seus vídeos no canal o Youtube dos desenvolvedores [XVIVO Scientific Animation](https://www.youtube.com/channel/UCISV2Tk7x-wBBXP6-VCNbNw), dentre outros. Além disso, periódicos científicos também tem canais no YouTube e publicam vídeos relevantes, como por exemplo Cell Press (<https://www.youtube.com/channel/UCISV2Tk7x-wBBXP6-VCNbNw>).

Há também canais no YouTube de empresas especializados em microscopia que publicam seus melhores vídeos sobre células. Muitos professores e pesquisadores publicam vídeo em seus canais pessoais e há muitos canais de vídeoaulas.

Existe, de fato, uma grande quantidade de vídeos sobre estrutura e função celular no YouTube, mas é preciso considerar que muitas vezes apresentam erros conceituais, não são didáticos ou com um excesso de informações irrelevantes causando uma sobrecarga cognitiva no educando, atrapalhando o aprendizado dos estudantes. O professor, ao escolher um vídeo, deve fazê-lo para atender aos objetivos pedagógicos e ponderar sobre a aplicação didática e a correção científica. Mas, como bem se sabe, nem sempre dispõe de tempo, dadas as suas

múltiplas tarefas, para realizar essa seleção. Por outro lado, os estudantes nem sempre têm conhecimento e maturidade para fazer a escolha adequada, o que gera uma dificuldade pois poderão aprender conceitos errôneos. Diante disso, reunir vídeos selecionados com critérios didáticos e científicos podem ajudar toda a comunidade escolar, especialmente, nos temas relativos à estrutura e função celular.

1.4.3 Sobre imagens e palavras

A Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia afirma que o indivíduo aprende melhor com o uso de imagens e palavras do que somente com palavras (MAYER, 2005). De acordo com o autor, o cérebro recebe separadamente as informações captadas pelo canal visual (fotos, vídeos, gráficos ou palavras impressas) e pelo canal auditivo (palavras faladas e outros sons não-verbais). As informações capturadas por esses canais são processadas, inicialmente, de forma independente na memória de trabalho. Após isso, ocorre a integração dessas informações com conhecimentos e experiências prévias e o novo conhecimento passa para a memória de longo prazo.

Os pressupostos acima vão de encontro a prática em sala de aula sobre os temas de Biologia Celular. Essa prática mostra que imagens são fundamentais, mas requerem, para cumprir o seu papel na aprendizagem, que sejam explicadas, apontadas com palavras, faladas ou escritas (experiência pessoal). O estudante deve aliar às imagens conceitos expressos na linguagem verbal.

Considerando que o YouTube permite incorporar vídeos em sites e aplicativos (<https://support.google.com/youtube/answer/171780?hl=pt-BR#>; <https://support.google.com/youtube/answer/6301625?hl=pt-BR>), multimídias compostas por textos didáticos, vídeos produzidos com imagens reais de células obtidas através de diferentes tipos de microscópios, animações tridimensionais de eventos celulares, imagens estáticas 2D e 3D, e pode trazer muitos benefícios para a aprendizagem sobre células. Isso se torna particularmente atrativo ao se considerar as características da atual geração de estudantes e suas relações com as tecnologias. Os nascidos após 1994 são considerados “nativos digitais” (PRENSKI, 2001). É uma geração que processa as informações de forma diversa das gerações anteriores. Esses indivíduos dominam formas de comunicação sincrônicas, gostam de jogos e atividades lúdicas, têm preferência pelo que é rápido e imediato, são capazes de se comunicarem com vários interlocutores ao mesmo tempo e de forma veloz, criam e dominam códigos com facilidade (CHIKUCHI, 2011).

1.5 TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TDICS) NO ENSINO

No fim do século XX, surgiu a chamada “sociedade da informação”, quando a sociedade global vivenciou a revolução tecnológica (MACEDO, 2007). Segundo Werthein (2000), tal expressão foi utilizada como substituto do termo complexo de “sociedade pós-industrial” e tornou-se popular nos anos 90, acelerando a geração do conhecimento em diversas áreas.

Ao longo desse período até os dias atuais, muitos professores e unidades escolares vêm optando por diferenciar suas metodologias incluindo a TDICs em suas estratégias de ensino. Logo, os vídeos em formato de aulas, os aplicativos para celular, as imagens em 3D e os jogos digitais educativos seguem conquistando espaço dentro das aulas de biologia (De AMORIM, 2016).

Unidas, essas novas metodologias possuem objetivos e consequências bem claras: o estudante pode visualizar melhor a células, seus componentes e a forma como executam suas funções, tendem a se interessarem mais pelas aulas e o estudo não fica concentrado na leitura e na escrita, mas sim associado à visualização, facilitando a compreensão do que são apresentados por meio da tecnologia (De AMORIM, 2016).

Por muito tempo, a escola foi vista como transmissora do conhecimento, por meio de livros e quadro negro, e, ainda, avaliando os estudantes através de provas que requerem a simples memorização dos conteúdos. Por conta disso, a tecnologia foi deixada de lado, não sendo valorizada adequadamente como ferramenta para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais eficaz (MORAN; MASETTO; BENRENS, 2001). No entanto, esta postura não se aplica aos jovens atuais. Segundo Baccega (2005), a tecnologia está na escola, não apenas no formato de aparelhos modernos, mas também como consequência desse mundo imerso nas tecnologias, que independe do nível socioeconômico a que pertencem. O jovem sente a necessidade de estar inserido à tecnologia, e, desta forma, participa do contexto social, tendo as mesmas experiências que seus colegas e círculos de amizade.

De acordo com Chiofi e Oliveira (2014), atualmente o acesso à informação e comunicação tornaram-se mais ágeis, facilitando o conhecimento imediato. As tecnologias estimulam e criam ambientes que proporcionam a cultura e interação social. Esses meios permitem a prática contínua da evolução educacional, profissional e social do indivíduo (SANTO; CASTELANO; ALMEIDA, 2012).

O uso da tecnologia no ensino pode estar presente desde o ensino fundamental e, especificamente nas aulas de Ciências, quando utilizadas tornam a aula diferenciada, sendo promotoras do aprendizado nas práticas escolares, possibilitando a aproximação dos estudantes ao conhecimento (SANTOS et al., 2013). Assim, a era tecnológica da informação oferece mais um desafio ao ensino de Biologia, tanto aos estudantes, quanto para os professores. Além disso, os estudantes hoje são dotados de grandes competências digitais que os professores podem aproveitar no processo de ensino e aprendizagem. Por isso, atualmente, é impossível falar de educação sem mencionar a presença e inserção das tecnologias digitais (PEREIRA; SILVA, 2013).

Segundo Fonseca (2007), a internet, presente na grande maioria dos aparelhos eletrônicos, foi sendo gradativamente incorporada ao longo da histórica tecnológica desses equipamentos. O primeiro, e principal exemplo, foi o computador. Porém, atualmente, o Brasil vive a terceira geração da telefonia móvel, que combina em um único aparelho as mais recentes tecnologias. É possível utilizar internet, transmitir dados a longa distância e suporte de qualquer tipo de multimídia, além de incluir tecnologias avançadas com execução de programas em um sistema operacional equivalente aos computadores, com hardware e software, possibilitando o desenvolvimento de programas e aplicativos. Entretanto, deve-se ressaltar que o simples acesso à tecnologia em si não é o aspecto mais importante, mas sim a criação de novos ambientes de aprendizagem e de novas dinâmicas sociais a partir do uso dessas novas ferramentas (MORAES, 1997; OTTO, 2016).

É consenso que o uso de ferramentas tecnológicas melhoram a relação entre os conteúdos didáticos e o cotidiano dos estudantes, o compartilhamento entre os próprios estudantes, despertam o interesse dos mesmos para atividades em sala de aula, promovem a interação dos estudantes com os conteúdos e promovem a melhoria no processo de ensino e aprendizagem (KENSKI, 2010). Estruturas biológicas invisíveis a olho nu podem ser ilustradas através de vídeos e imagens (CARVALHO; GUIMARAES, 2016) e a aprendizagem em Ciências é favorecida por variados recursos digitais como textos interativos, vídeos e animações (STITH, 2004; HOFFLER e LEUTNER, 2007; KORAKAKIS, et al., 2012; REINDL et al., 2015).

Silva et al. (2013) colocam que a integração da tecnologia nas metodologias de ensino-aprendizagem nacionais era uma grande polêmica para o meio educacional, acadêmico e para os pais ou responsáveis legais dos estudantes. Hoje, as diretrizes que norteiam a educação no Brasil, ou seja, a Base Comum Curricular, já define que a tecnologia pode e deve ser utilizada como ferramenta facilitadora e motivadora no processo de ensino (BRASIL, 2017).

A tecnologia está em constante evolução e tais alterações também podem ser vistas na sociedade e suas ramificações. Logo, o estudante que chega às salas de aulas brasileiras, hoje, é muito diferente daquele que chegava há cinquenta anos. Para Bacich (2015) esse estudante moderno é muito mais imediatista, desconfiado e amplamente complexo, devido ao fato de que é o reflexo de como age a sua geração em meio à sociedade.

Porém, para que seja possível a integração de metodologias tecnológicas na educação desse estudante, é preciso que todos os aspectos relacionados a essa integração fossem analisados, sendo eles: infraestrutura escolar, investimento em equipamento, aceitação por parte da escola, apoio familiar e a forma como esses estudantes recebiam esse *upgrade* nas metodologias de ensino tradicionais (BACICH; NETO; TREVISANI, 2015).

Apesar de ser amplamente benéfica, a tecnologia possui um lado obscuro que não deve ser acessado em ambiente escolar, isso porque apresenta fácil acesso a conteúdos inadequados para certas faixas etárias e não condiz - ética e moralmente - com a proposta de um espaço escolar de ensino (SILVA et. al., 2013). Logo, Beluce e Oliveira (2012) nos apresentam os aplicativos, plataformas e sites exclusivamente educacionais como uma excelente saída para utilizar a tecnologia em sala de aula, desde que se limite o acesso do estudante a conteúdos educacionais e condizentes com o plano educacional adotado. Esses ambientes virtuais educacionais possuem como característica o fato de terem sido elaborados e desenvolvidos com o único objetivo de auxiliar e facilitar o processo de aprendizagem dos estudantes, sempre respeitando sua faixa etária e direcionando as atividades para o que se espera que esses estudantes estejam aprendendo na série que compreende a sua idade (BELUCE; OLIVEIRA, 2012).

Esses aplicativos, sites e plataformas, seguem em amplo desenvolvimento e evolução, muitos deles atendem a educação infantil e possuem como objetivo auxiliar o desenvolvimento cognitivo, motor e acadêmico das crianças. Outros já atendem estudantes com idades um pouco mais elevadas, apresentando conteúdos convidativos e se baseando em jogabilidade para crianças de oito até quatorze anos de idade. Enquanto isso, os ambientes virtuais educacionais que possuem como público alvo os adolescentes procuram ser mais detalhados e valorizar aspectos importantes para os jovens como: usabilidade, interface, design e fluidez (OLIVEIRA, 2012). Porém, mesmo que se apresentem de diferentes formas, essas iniciativas tecnológicas unicamente educacionais possuem um objetivo em comum, independe da idade e da série para a qual foram desenvolvidas: facilitar e suavizar as metodologias de ensino e aprendizagem (OLIVEIRA, 2012).

Para Oliveira (2012) outra abordagem extremamente necessária e complementar que se faz quando tratamos da presença da tecnologia na educação é a inclusão social para estudantes com deficiências ou transtornos que afetem a sua aprendizagem e sua interação social. Para Marques (2003), a tecnologia e as metodologias de ensino que fazem uso de equipamentos digitais são fundamentais para o ensino de estudantes com algum tipo de necessidades específicas de ensino. Isso porque as cores, a movimentação e os comandos passados pelos jogos e plataformas educacionais, chamam muito mais a atenção desse estudante do que as metodologias tradicionais que consistem em copiar do quadro e realizar exercícios. A motivação passada por esses ambientes virtuais educacionais pode ser extremamente benéfica para esses estudantes da educação especial e possuem claro potencial para fazer com que os mesmos se desenvolvam de forma física, cognitiva e até mesmo social.

É importante ressaltar ainda que, no Brasil, a tecnologia não chegou em todas as casas, isso porque o Brasil ainda é um país onde a desigualdade social e a pobreza extrema se fazem presentes para uma parte considerável da população. Segundo o último relatório de Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) realizada no ano de 2018, mais de 30% das casas brasileiras não possuíam conexão com internet e seus moradores não possuíam acesso a nenhum tipo de equipamento eletrônico tecnológico como celulares, tablets ou computadores. Essas famílias não costumam criar seus filhos, os estudantes, fazendo uso de qualquer tipo de tecnologia. Sendo assim, é preciso que as escolas e as políticas educacionais estejam cientes dessa realidade quando implementarem atividades tecnológicas nas metodologias de ensino tradicionais. Isso porque é preciso que esses estudantes não sofram nenhum tipo de discriminação e que isso não se torne um motivo para que os mesmos tenham seu desenvolvimento educacional atrapalhado ou atrasado (RIBEIRO, 2017).

Matos et al. (2019) chamam atenção para o fato de que não são todas as escolas brasileiras que contam com o equipamento necessário para a implementação das TDICs. Muitos são os motivos, como a ausência de capital financeiro disponível para a compra dos materiais, a falta de interesse dos gestores daquela determinada unidade de ensino e até mesmo a má aceitação dos estudantes na adoção de novas metodologias de ensino. Geralmente, quanto maior a verba que a escola tiver à sua disposição, mais fácil é de fazer uso das TDICs. O que também se aplica a escolas particulares, onde o valor cobrado na mensalidade reflete o nível de tecnologia que a escola terá disponível para uso dos estudantes. Realidade essa que dificulta, e muitas vezes inviabiliza, o uso da tecnologia no ensino nacional (MATOS, et al., 2019).

Pelo acima exposto fica claro a necessidade de incorporar as TDIC no ensino médio, bem como levar em conta as limitações das escolas. Essas limitações são multifatoriais,

incluindo as deficiências na infraestrutura de computadores e rede (CETIC, 2017). Diante deste quadro, e considerando que os telefones celulares estão muito difundidos entre os jovens, uma alternativa atrativa é o uso destes aparelhos voltados para a facilitação do ensino e aprendizagem das células.

1.6 O USO DE TELEFONES CELULARES COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM

De acordo com o último relatório TDIC de Educação realizado em 2018, 54% dos estudantes de ensino público brasileiro utilizam o telefone celular para realizar atividades em sala de aula, e quando trata-se do ensino privado, o número sobe para 60% (CETIC, 2017). Para Costa (2013) os *smartphones* são uma ótima ferramenta para o fortalecimento e a diversificação das metodologias de ensino através da tecnologia, viabilizando o uso de aplicativos que são completamente voltados à educação. Além disso, é possível que o telefone celular seja utilizado para estimular o protagonismo e a autonomia dos estudantes, passando aos mesmos lições valiosas que estão associadas à liberdade, flexibilidade e compreensão dos conteúdos. Tal afirmativa se deve ao fato de que um ensino autoritário, que tende a proibir tudo que não seja tradicional, já não vem sendo mais aceito pelos estudantes modernos (BATISTA; BARCELOS, 2013).

Dauhs (2014) afirma que o telefone celular proporciona conforto e portabilidade, permitindo que independentemente do lugar onde esteja, o usuário poderá se comunicar, buscar amizades, lazer e, da mesma forma, poderá utilizá-lo em busca do conhecimento e aprendizado. Na mesma linha, outros autores descrevem as potencialidades de aliar as funcionalidades dos telefones celulares e dispositivos móveis a favor do processo de ensino aprendizagem, o uso da tecnologia como estratégia de ensino, proporcionando a melhoria da construção de conhecimento e aquisição de novas habilidades cognitivas (LIMA et al., 2014).

Como bem coloca Da Fonseca (2013), os telefones celulares são hoje o que o computador foi um dia. Ou seja, é um objeto de desejo e está presente em quase todos os bolsos e mãos do mundo.

O *Mobile Learning* traz uma evolução para a educação envolvida com a tecnologia que conhecíamos até agora, isso porque o celular não poderá mais ser enquadrado apenas como uma ferramenta utilizada para viabilizar uma atividade específica, mas sim, tornando-se uma ferramenta utilizada para que se tenha acesso ao conteúdo educacional de que se precisa (TAROUCO, 2004; LIMA et al., 2014). A comodidade e a facilidade são elevadas a um nível ainda maior. O conteúdo programático educacional em um aparelho de fácil manuseio e

transporte deixam para trás a realidade dos estudantes com mochilas pesadas e pilhas de livros caindo, contribuem para a economia do desgaste dos mesmos, motivam os estudantes a aprender e representam uma iniciativa sustentável (TAROUCO, 2004; LIMA et al., 2014).

Para Da Fonseca (2013), aos poucos, as metodologias que envolvem o *Mobile Learning* estão adentrando as salas de aula brasileiras. Ainda segundo esse autor, as metodologias de ensino que compreendem o *Mobile Learning* utilizam diversas técnicas que possuem como objetivo motivar os estudantes a estudarem e procurarem compreender os conteúdos. A gamificação, é uma das principais estratégias dessa metodologia, consiste em utilizar premiação para tarefas cumpridas e etapas ultrapassadas, assim como ocorre em jogos de vídeo game.

As vídeo aulas, materiais escritos, e-books, slides e outros tipos de materiais também são amplamente utilizados pelas plataformas virtuais de ensino que são compatíveis com aparelhos celulares, e costumam ser extremamente eficazes para estudantes de todas as idades, inclusive aqueles que estão se graduando no ensino superior (DA FONSECA, 2013). Na mesma linha, Santos e Freitas (2017) discorrem sobre o quanto o ensino da biologia é beneficiado pelo uso das TDCIs. Para chegar a esse resultado, os autores realizaram estudo com estudantes de Ensino Médio em uma unidade escolar. Os resultados apontam a eficácia das tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem, além de ser uma forma mais atrativa de ensinar os conteúdos, pois os alunos são receptivos a esse tipo de prática.

1.7 AS TDIC COMO FACILITADORES DA PRÁTICA DOCENTE

Para Lucyk (2017), a figura do professor é milenar na sociedade humana, seja ela de qual região for. Isso porque, desde que os humanos passaram a viver em grupos, foi necessário que alguém ocupasse o lugar de ensino, ou seja, assumisse a responsabilidade de ensinar aqueles que eram mais novos ou não eram dotados dos conhecimentos necessários para executar determinadas funções.

Sendo assim, a história comprova que os professores são quase tão antigos quanto às próprias sociedades. Mesmo que, ao longo das gerações e de acordo com os locais, fossem acumulando diferentes nomes como: anciões, mestres, educadores, instrutores, preceptores, dentre outros, o professor continuou a executar a mesma função desde os primórdios: transmitir conhecimento (LOPES, 2019).

Segundo Deusdará (2013), as novas responsabilidades da escola estão diretamente relacionadas aos educadores que lecionam nas salas de aula brasileiras. Os professores precisam lidar com as singularidades dos estudantes, suas limitações, comportamentos e vivências diferenciadas, sempre em busca de mediar às situações e ensinar os estudantes a serem cidadãos decentes, conscientes e socialmente aceitos.

Por meio dos *smartphones*, a cultura digital proporciona a participação das pessoas em diálogos, discussões, compartilhamento de arquivos e conteúdo, possibilitando que esta ferramenta seja usada no ensino, promovendo a autoria e o protagonismo, favorecendo que o conhecimento se aproxime dos estudantes e ocorra um estreitamento das diferenças entre eles (LEMOS, 2010). Além disso, estas tecnologias ultrapassam as barreiras físicas e temporais, tornando o acesso à informação mais dinâmico, permitindo o compartilhamento dos saberes em tempo real (HITZSCHKY et al. 2016).

A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) considera que as TDICs possuem um repertório capaz de trazer mudanças sociais significativas, principalmente no âmbito educacional. Ela acrescenta ainda que, através destas ferramentas, tem ocorrido um engajamento maior dos estudantes (BRASIL, 2017). No cenário educacional atual, o acesso dos estudantes às tecnologias educacionais possui profundas limitações, muitas vezes restringindo-se aos laboratórios de informática que, na maioria das vezes, possui poucas máquinas, não sendo suficiente à crescente demanda de estudantes. Porém, com o barateamento e o crescente uso de *smartphones*, essa barreira vem sendo superada (CONFORTO; VIEIRA, 2015).

Fragelli e Fragelli (2017) apontam que as dificuldades de aprendizagem fazem com que o estudante contemporâneo se disperse com facilidade em aulas exclusivamente tradicionais e expositivas. Os resultados destes problemas no processo de ensino e aprendizagem refletem diretamente nos baixos índices da qualidade da educação no Brasil, conforme já destacado anteriormente neste trabalho.

É notório que o uso das diferentes formas de tecnologias no processo de ensino e aprendizagem é apontado como um fator que pode contribuir positivamente, aproximando o estudante do conhecimento (NOGARO; CERUTTI, 2016). A mediação dos professores para que os estudantes façam o uso de ferramentas digitais valoriza a participação efetiva dos mesmos e possibilita a construção do conhecimento e desenvolvimento de suas competências (BACICH; MORAN, 2018). Sendo assim, como afirma Moura e Carvalho (2010), as Tecnologias de Informação e Comunicação Móveis e Sem Fio (TIMS) proporcionam alterações na maneira como relacionamos a informação e o conhecimento, inovando as possibilidades no ambiente escolar, ocorrendo uma reconstrução das aulas tradicionais. Um dos aspectos mais

relevantes neste processo é que a aprendizagem está vinculada à mobilidade, seja ela física, tecnológica, conceitual ou sociointeracional (SACCOL, SCHLEMMER, BARBOSA, 2011).

Saccol, Schlemmer e Barbosa (2011) afirmam ainda que o uso de aplicativos no ensino permite, através da mobilidade, uma aprendizagem contínua, mesmo a distância longe da sala de aula, atribuindo a esta modalidade de ensino. Os aplicativos têm agregado aos *tablets* e telefones celulares diferentes funcionalidades, possibilitando que os mesmos se tornem ferramentas úteis no contexto escolar (NICHELE, 2015).

Aplicativos voltados à disciplina de biologia podem auxiliar os estudantes na compreensão de diferentes conteúdos e a possibilidade da observação de estruturas raras ou microscópicas (DUTRA, 2016).

Diante destas premissas, são indiscutíveis as contribuições que os aplicativos podem trazer no processo de ensino-aprendizagem.

1.8 APLICATIVOS DISPONÍVEIS PARA O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR

Existe uma grande carência de objetos digitais educacionais em Biologia Celular na língua portuguesa, e poucos em língua inglesa. Pode-se citar o “Cell Word”, um aplicativo em inglês para telefone celular, legendado, que tem como proposta apresentar para os estudantes como são as células eucarióticas, de forma tridimensional. Já o “3D Virtual Cell”, aplicativo pago, tem como objetivo geral demonstrar modelos de células animal, vegetal, euglena, paramécio, bactérias e as estruturas dos vírus.

Outro aplicativo é o “The Cell”, que traz um modelo genérico de uma célula animal com descrições de suas organelas, que são apresentadas em escala real de comparação.

Pode-se citar também o “iCell”, um aplicativo que trabalha as células animal, vegetal e de bactérias. Neste aplicativo o usuário pode tocar nas estruturas celulares que deseja obter informações ou também para dar zoom.

Mais focado na biologia celular humana, o aplicativo “Human Body VR 3D” proporciona ao estudante uma visão completa do corpo humano, possibilitando que ele selecione o local do corpo que deseja saber mais e veja os impactos que a ação das células possui em cada um deles.

Outro exemplo de aplicativo que compartilha desse mesmo objetivo é o “Biomedicando App” que conta com uma parte chamada de “Células do sangue”, desenvolvida apenas para demonstrar através de imagens e fluxogramas a função das células no sangue como o tamanho, nucléolos, cromatina, cor do núcleo e do citoplasma.

Como pode-se observar, para o estudante brasileiro não existem muitas opções de aplicativos em biologia celular. No entanto, o uso de tecnologias com o telefone celular, como os aplicativos, pode se tornar um grande aliado do professor e do estudante quando tratamos da biologia celular. Considerando as dificuldades de aprendizagem em biologia celular e a carência de aplicativos para o seu estudo, neste projeto foi desenvolvido um aplicativo sobre estrutura e função celular.

1.9 FORMAÇÃO DE PROFESSORES AUTORES DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Conforme Tarouco et al. (2014), as soluções da infraestrutura da logística de computadores e rede nas escolas estão gradativamente se ampliando, mas isso não é acompanhado pela produção e disponibilidade de conteúdos educacionais digitais, de sorte que esse tipo de material é insuficiente. Segundo os autores, não é fácil para o professor encontrar o material que atenda aos objetivos específicos para uma atividade, e isso implica em que o docente deve adaptar o conteúdo digital encontrado, combinar com outros objetos de aprendizagem e mesmo criar novos objetos. Especificamente na área de Biologia Celular produção de objetos de aprendizagem em português é muito deficitária (MARTINS, 2019).

Ao se fazer o levantamento bibliográfico sobre professores autores de recursos digitais de aprendizagem, os trabalhos encontrados referem-se, em sua ampla maioria, a produção de material instrucional para cursos de Educação a Distância (EAD). São comuns relatos de capacitação e manuais para a formação de professores autores para EAD, cuja natureza é altamente específica para atender aos objetivos dessa modalidade de ensino (TAFNER et al. 2010; ARAÚJO et al., 2015; MARCELINO; MARCELINO, 2018;). Cargnelutti (2016) aponta que é necessário considerar que o papel dos materiais didáticos virtuais são diferentes no ensino presencial e na EAD. Logo, o que se preconiza para EAD não é naturalmente aplicável ao ensino presencial, embora possa sê-lo.

Menor número de trabalhos têm um olhar para o professor do ensino básico como autor de objetos de aprendizagem. Kapp (2003, apud Tarouco et al., 2006) aponta, em seu estudo sobre o tempo despendido no desenvolvimento de objetos de aprendizagem, dois fatores fundamentais: a experiência do desenvolvedor e o conhecimento do conteúdo e Tarouco (2006) conclui: “Este resultado evidencia vantagens em envolver no projeto e desenvolvimento os especialistas do conteúdo a ser abordado nos objetos de aprendizagem, ou seja, os próprios professores.” Nesse contexto, oferecer aos professores e estudantes oportunidades de

capacitação em autoria de recursos digitais passa a ser uma necessidade (TAROUCO, 2006). Portanto, faz-se necessário que se invista na formação profissional de professores autores e na produção deste tipo de material, especialmente nos temas sobre as células e suas funções que se configuram assuntos de grande dificuldade para os estudantes.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Contribuir no desenvolvimento de objetos digitais de aprendizagem em Biologia Celular no ensino médio através do desenvolvimento de um aplicativo para celular e uma página de *website*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um aplicativo para telefone celular e tablet com sistema Android em temas de biologia celular do ensino médio, que possa ser facilmente consultado por todos os estudantes em qualquer local ou ocasião onde exista acesso à internet, democratizando o acesso às informações científicas.
- Construir uma página de internet nos temas de biologia seguindo a mesma organização e com os mesmos conteúdos do aplicativo.
- Selecionar objetos digitais educacionais nos temas objeto deste projeto que apresentem alto valor didático, boa qualidade gráfica, com correção científica e com leveza na navegação e disponibilizá-los no aplicativo e na página do *website*.
- Selecionar imagens obtidas com diferentes microscópios e com uso permitido para inserir no aplicativo e na página do *website*.
- Produzir ilustrações e disponibilizá-las sob licença Creative Commons.
- Produzir textos didáticos atualizados destinados ao ensino médio.
- Disponibilizar um banco de questões para que estudantes possam testar seus conhecimentos sobre Biologia Celular.
- Propiciar uma oportunidade de formação de professor/autor de recursos digitais educacionais.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DE CONTEÚDO, SELEÇÃO DE VÍDEOS, IMAGENS E GIFS DE USO LIVRE OU LICENCIADOS.

Bibliografia básica para consulta - Foram utilizados livros didáticos clássicos para o nível superior a fim de se construir uma base científica sólida em Biologia Celular. Estes conteúdos sofreram adequação de linguagem e foram adequados ao nível do ensino básico antes de sua inserção no banco de dados do aplicativo. Seguem abaixo as fontes utilizadas.

- ABERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. **Biologia Molecular da Célula**. Artmed, 2017.
- JUNQUEIRA, L. C. & CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. Ed. Guanabara. 2015.
- KARP, G. **Biologia Celular e Molecular**, 3ª ed., Barueri, SP: Manole, 2005.
- COOPER G. M. & Hausman, R. E. **The Cell . A Molecular Approach**. Sixth Edition. Boston University. Sinauer Associates, 2013.
- AMABIS, Jose Mariano; Martho, Gilberto Rodrigues. Fundamentos da Biologia Moderna. Editora: Moderna, 4ª Edição, 2016.

Assim, o conhecimento do professor e sua experiência com os anos de sala de aula, aliados à bibliografia acima citada, permitiram a redação de textos didáticos com alto rigor científico.

Vídeos, imagens, gifs e outros recursos gráficos - Imagens de microscópios, ilustrações, vídeos disponíveis para uso foram submetidos a uma análise para a verificação de erros conceituais a luz da bibliografia utilizada descrita no item 3.1. Foram também levados em consideração a qualidade gráfica e o atendimento de alguns critérios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimedial que podem ser aplicados às imagens, conforme empregado Neves et. al, (2016), na análise de imagens de livros didáticos:

“Princípio da Coerência: A aprendizagem ocorre melhor quando materiais estranhos (palavras, imagens ...) são excluídos. As mensagens devem ser claras e coerentes e, por isso, devem excluir informações estranhas e/ou irrelevantes; Princípio Sinalização: A aprendizagem ocorre melhor quando são adicionados sinais que destacam a organização do material.”

Foram realizadas adequações em algumas ilustrações para ajustá-las melhor ao conteúdo desenvolvido, respeitando as devidas licenças. Os créditos foram inseridos na imagem e um *link* para a imagem original foi disponibilizado, bem como um *link* para licença, quando essa exigia esse procedimento. As imagens que não foram encontradas na internet com licença de uso foram desenvolvidas através de programas de edição de imagem.

No caso dos materiais em inglês, foram priorizados aqueles objetos educacionais sem narração, cuja informação seja predominantemente visual (imagens, vídeos e animações legendados) aos quais se acrescentaram, no texto contíguo, breves explicações. Os vídeos do YouTube narrados em inglês disponibilizam legendas em português.

O uso de vídeos do YouTube seguiu as normas fornecidas pela própria plataforma, que orienta seus usuários a utilizarem o código de incorporação no compartilhamento dos vídeos em sites e Apps, como pode ser observado no link de suporte do YouTube em: <https://support.google.com/youtube/answer/171780?hl=pt-BR#>. Caso o proprietário do vídeo no YouTube não queira permitir o uso do conteúdo, a plataforma fornece instruções de como limitar seu uso, seguindo uma série de procedimentos, que podem ser consultadas no link <https://support.google.com/youtube/answer/6301625?hl=pt-BR>.

Além disso, abaixo de cada vídeo incorporado foi adicionado um atalho com um *link* de direcionamento ao canal proprietário do vídeo, dando-lhe o devido crédito.

3.2 A ESCOLHA DO APLICATIVO

Construir um aplicativo requer um conhecimento avançado de informática ou a contratação de programadores, o que acaba muitas vezes sendo um problema devido ao seu alto custo. Uma alternativa na construção de aplicativos menos onerosa é a utilização de plataformas digitais que oferecem aos usuários ferramentas que não exigem conhecimento avançado em programação. Na elaboração deste projeto, utilizou-se a plataforma chamada “Fábrica de Aplicativos”, que além de ser em português, dispõe de planos acessíveis, resolvendo os problemas citados anteriormente. Esta plataforma, disponível em <https://fabricadeaplicativos.com.br/>, oferece também suporte aos seus usuários, caso tenham dúvidas de suas funcionalidades ou de como seu *upload* é realizado nas bibliotecas virtuais. As etapas da construção deste aplicativo através desta plataforma são descritas a seguir.

3.3 DINÂMICA DA CONSTRUÇÃO DOS CONTEÚDOS

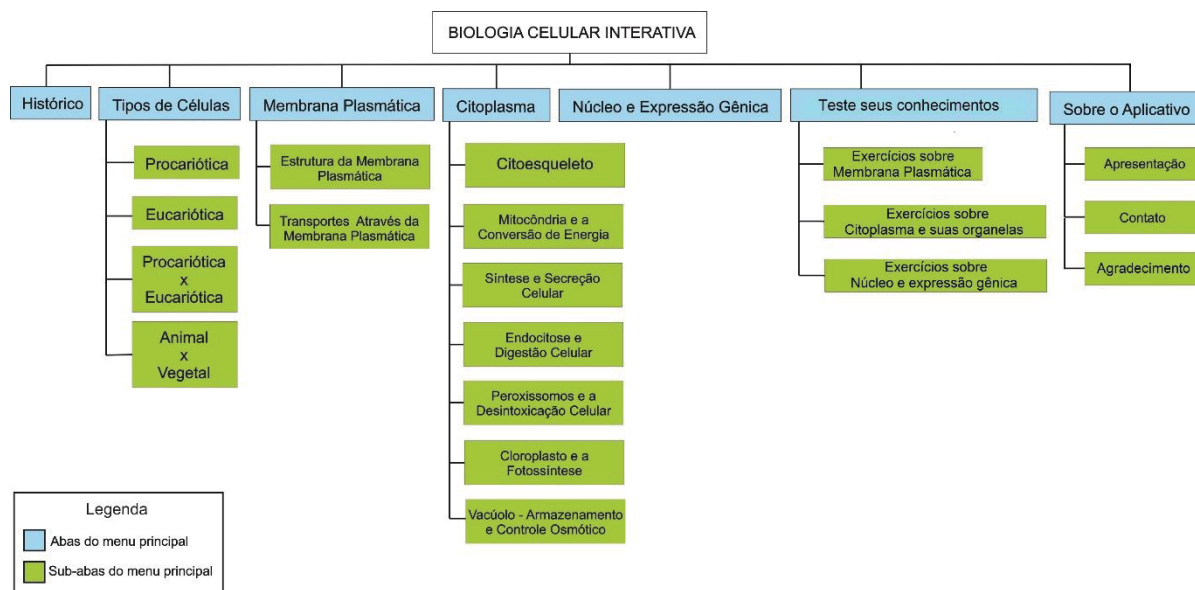
Uma vez escolhido o aplicativo e como daria sua construção, iniciou-se a elaboração dos conteúdos. Em uma primeira etapa definiu-se os temas e subtemas que consistiriam nas abas e subabas, conforme mostra a figura 1. Após isso criou-se um arquivo no Word para cada subaba. Nesse arquivo, os textos foram redigidos e os objetivos digitais educacionais e imagens foram inseridos. Essa construção foi dinâmica, pois durante a criação os conteúdos eram sistematicamente avaliados quanto à lógica, didática, a correção científica, atratividade, dentro outros parâmetros. Na medida que novas ideias mais atrativas surgiam, uma imagem mais didática ou quando um conceito era reestruturado para melhor compreensão, os arquivos eram atualizados. Após todo o conteúdo estar pronto, foi submetido a uma revisão ortográfica, e então foi realizada a sua inserção na plataforma de criação do aplicativo.

Esta primeira versão do aplicativo foi constantemente revisada, agora diretamente no celular, a fim de verificar a leveza, se os textos ficavam muito longos, se as informações estavam fáceis de visualizar. Só então foi disponibilizado no Play Store com o nome “Biologia Celular Interativa”.

3.4 ORGANIZAÇÃO DO APLICATIVO

Na construção de um aplicativo é de suma importância que se tenha em mente o seu objetivo e de como alcançá-lo. Para tal, sua estruturação criteriosa é fundamental, antes de alimentá-lo com a base de dados. Assim, pode-se ter uma visão geral de como serão suas abas e subabas, bem como quais recursos didáticos e gráficos serão necessários na sua construção. A Figura 1 mostra o mapa estrutural do aplicativo.

FIGURA 1 – MAPA GERAL DAS TEMÁTICAS ABORDADAS NO APLICATIVO



FONTE – o autor (2020)

3.5 USANDO O *WEB SITE* “FÁBRICA DE APLICATIVOS”

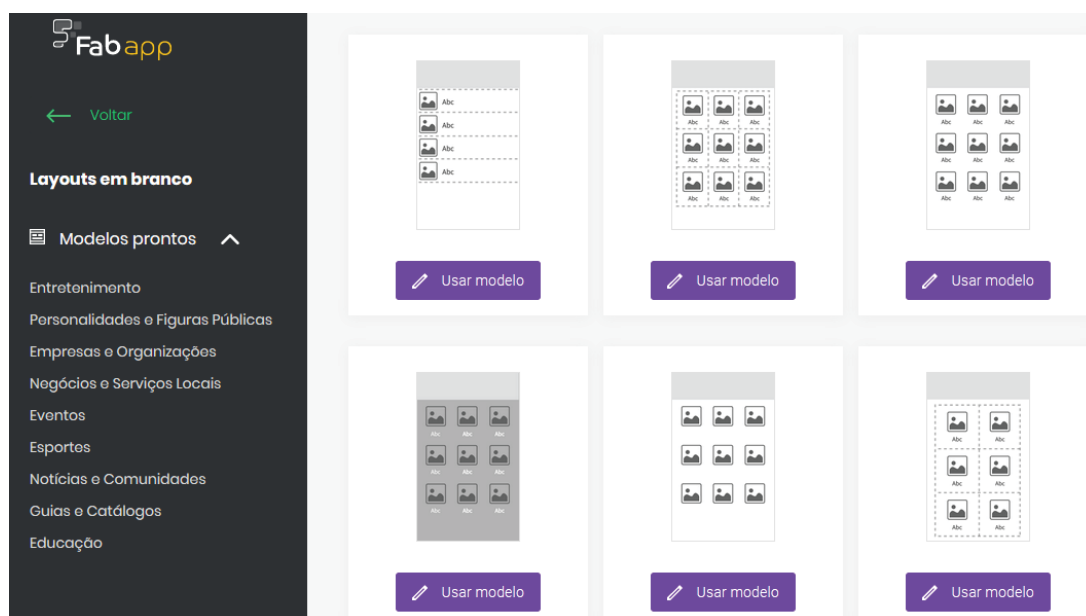
A Fábrica de Aplicativos conta com um editor que funciona com ferramentas do tipo “arrasta e solta”, que permite usar recursos para realizar e organizar o projeto, aplicar design e aproveitar os *templates* de projetos já prontos.

Esta plataforma oferece opções para construção de aplicativos com diversas funcionalidades, tais como: eventos, igrejas, músicas, comunidades, negócios, informação e educação.

O primeiro passo foi criação de um cadastro junto ao site, com o uso de um e-mail, para confirmação de usuário.

Como pode-se observar na Figura 2, ao acessar a plataforma de criação, a página inicial fornece opções para edição de modelos prontos, fornecidos pela própria plataforma. Nesta aba também, é possível escolher em qual setor o aplicativo atuará, tais como: educação, eventos, esportes, etc. Foi optado pela criação de um modelo novo, não baseado em modelos prontos e o setor de atuação do aplicativo escolhido foi educação.

FIGURA 2 - TELA INICIAL DO WEB SITE FÁBRICA DE APLICATIVOS

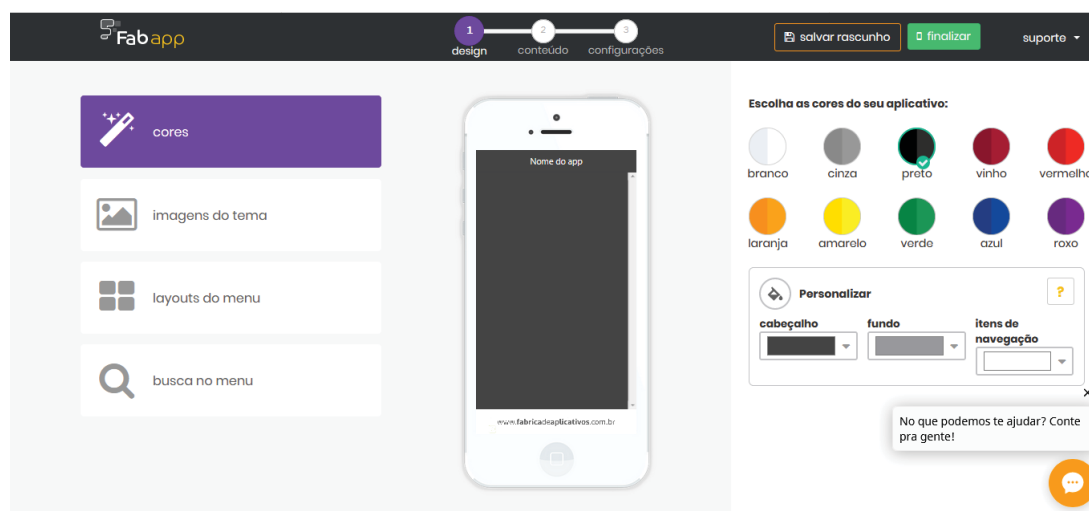


FONTE - <https://fabricadeaplicativos.com.br/> (Imagem com permissão de uso).

Após escolher a finalidade, uma outra aba se abre, fornecendo três opções principais que irão compor o aplicativo, são elas: *design*, conteúdo e configurações. Em qualquer uma destas etapas, a cada opção escolhida, modificada ou criada, uma pré-visualização é feita instantaneamente, o que facilita muito o processo de criação.

Na aba *design*, indicado pela Figura 3, podem ser escolhidas as cores e imagens de fundo usados no *layout* do aplicativo. Nesta etapa também, pode-se definir a posição, ícones, formato das abas dos menus e cores das subabas.

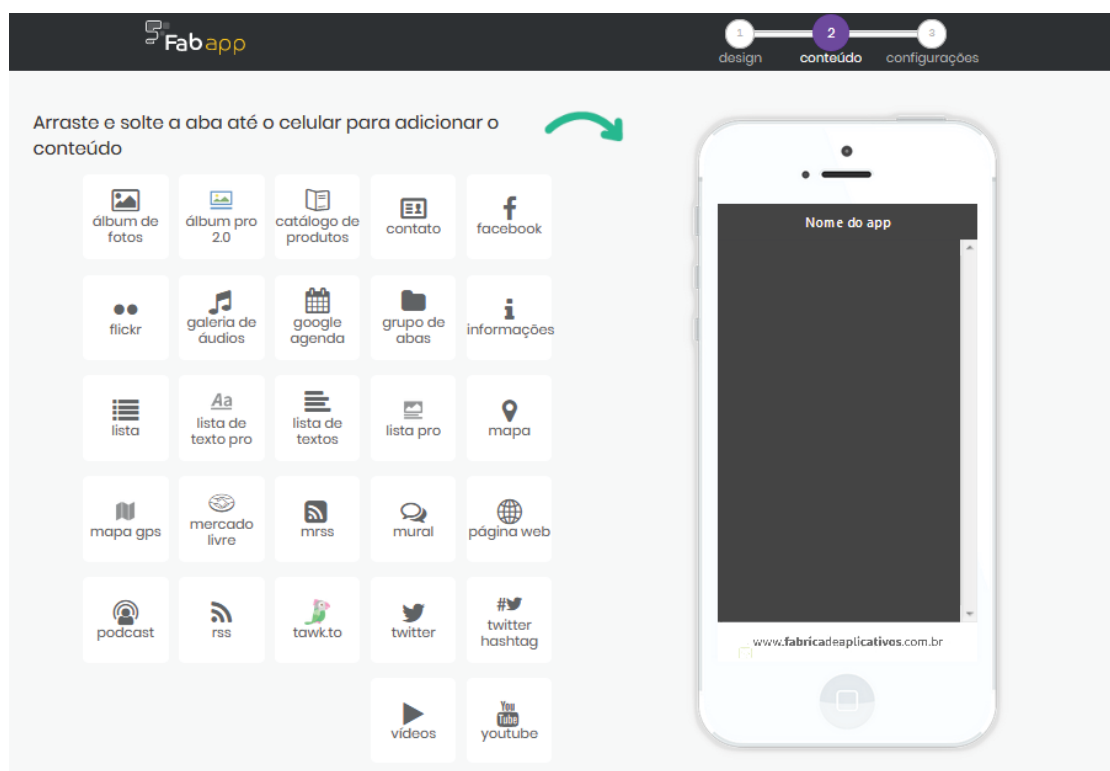
FIGURA 3 - TELA DE DESIGN DO WEB SITE FÁBRICA DE APLICATIVOS



FONTE - <https://fabricadeaplicativos.com.br/> (Imagem com permissão de uso).

Conforme Figura 4, na opção conteúdo, foram definidos quais as abas e subabas utilizadas no aplicativo. Nesta, podem ser adicionados textos, imagens, vídeos, links para páginas externas, mapas, GPS, áudios, agendas, entre outros. Esta etapa formou o esqueleto do aplicativo, suas opções e funcionalidades.

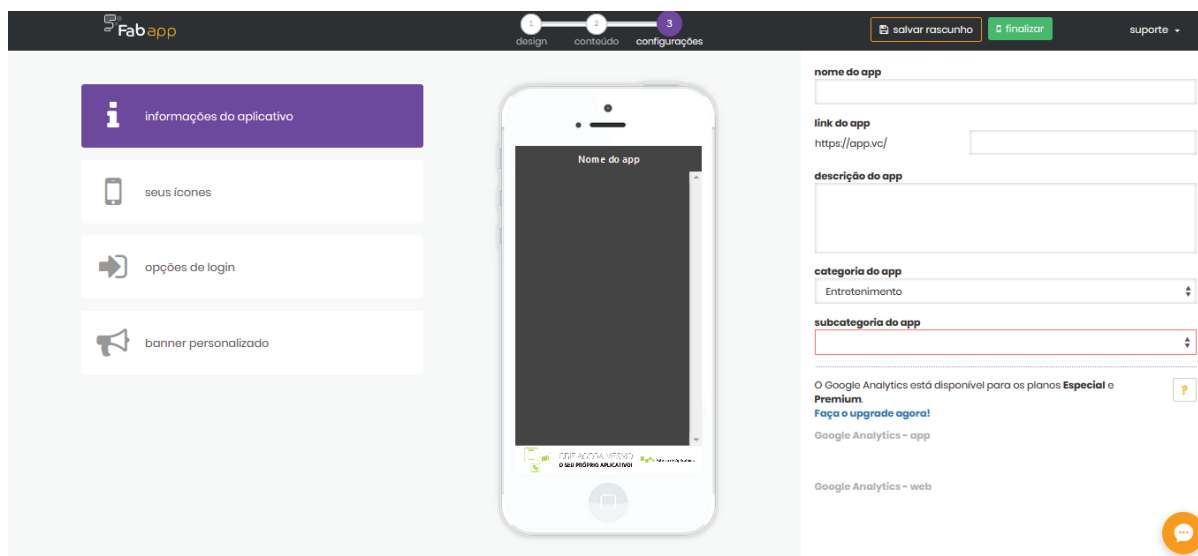
FIGURA 4 - TELA DE CONTEÚDO DO WEB SITE FÁBRICA DE APLICATIVOS



FONTE - <https://fabricadeaplicativos.com.br/> (Imagem com permissão de uso).

A terceira e última etapa, configurações, determinou as configurações de acesso do aplicativo, o nome, o seu ícone de identidade, o *link* que disponibiliza o seu *download*, a que categoria ele se enquadra, e o login do usuário (Figura 5).

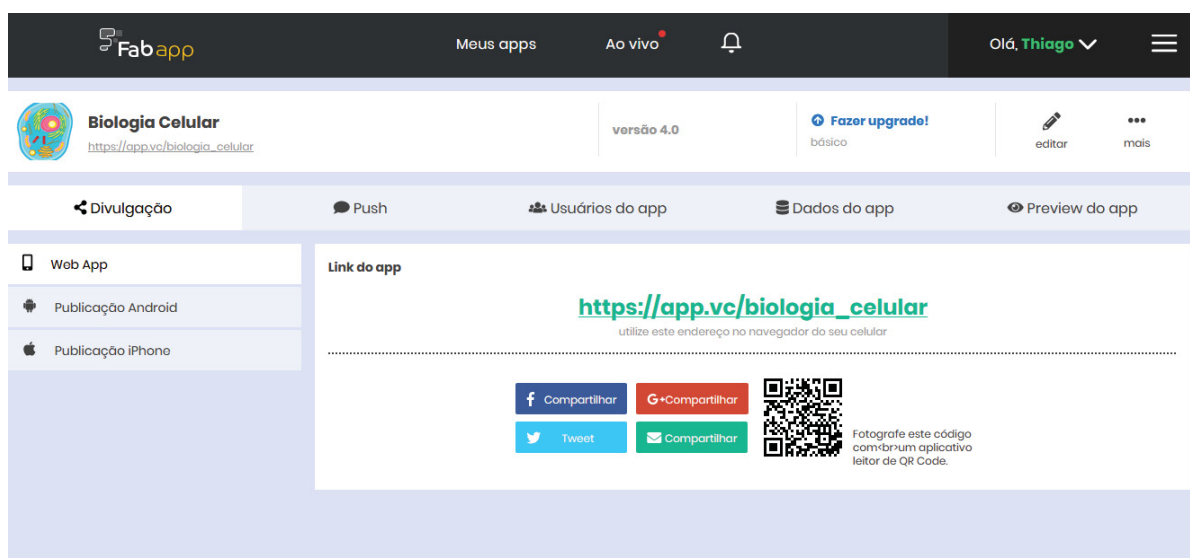
FIGURA 5 - TELA CONFIGURAÇÕES DO WEB SITE FÁBRICA DE APLICATIVOS



FONTE - <https://fabricadeaplicativos.com.br/> (Imagem com permissão de uso).

Após a definição destes itens, foi selecionado botão “finalizar”, neste momento uma outra página se abre (Figura 6), dando acesso a uma prévia do aplicativo, sua versão e de como disponibilizá-lo na *Web* ou para *download* no sistema Android ou IOS.

FIGURA 6 - TELA DE FINALIZAÇÃO DO WEB SITE FÁBRICA DE APLICATIVOS



FONTE - <https://fabricadeaplicativos.com.br/> (Imagem com permissão de uso).

3.6 CONSTRUÇÃO DA PÁGINA

O conteúdo produzido para o aplicativo foi adequado à uma página (http://www.nuepe.ufpr.br/portal/?page_id=58) do site do NUEPE (Núcleo de Ensino Pesquisa e Extensão/BioCel/UFPR), hospedado em um domínio da UFPR (<http://www.nuepe.ufpr.br/portal/>). A organização dos conteúdos seguiu a mesma estrutura aplicativo, com o mesmo conteúdo, com as devidas adaptações ao ambiente virtual. Algumas variações no texto, imagens e vídeos foram realizadas para atender a dinâmica de navegação em um computador e proporcionar uma melhor experiência ao usuário neste ambiente. A construção foi realizada sem programação utilizando o plugin Elementor, um construtor para WordPress, que se baseia em ferramentas de arraste, o que torna o seu uso fácil e intuitivo. A parte técnica do desenvolvimento da página foi realizada com o auxílio da equipe do NUEPE.

4. RESULTADOS

4.1 APLICATIVO “BIOLOGIA CELULAR INTERATIVA”

Todo o processo de organização e construção do aplicativo durou aproximadamente 15 (quinze) meses. Foram selecionadas mais de 130 (cento e trinta) objetos educacionais digitais (imagens, GIFs, vídeos e animações), divididos em 7 (sete) categorias e um total de 18 (dezoito) abas. Os critérios para a seleção consistiram em acuracidade científica, *desing* atrativo, leveza de navegação, facilidade de visualização na tela do celular e permissão das licenças.

Todas as abas do aplicativo seguiram a mesma padronização em relação ao layout, cores utilizadas, tamanho e disposição dos ícones nas abas, tamanho e disposição das imagens dentro de cada aba, tamanho, fonte, cor e organização do texto, disposição dos links e botões. Todas as imagens utilizadas, sejam de plano de fundo ou ícones que representam as abas, são de uso livre ou foram criadas pelo autor.

PARA ACOMPANHAR A LEITURA DOS RESULTADOS SUGERE-SE QUE O APLICATIVO “BIOLOGIA CELULAR INTERATIVA**” SEJA INSTALADO NO CELULAR.**

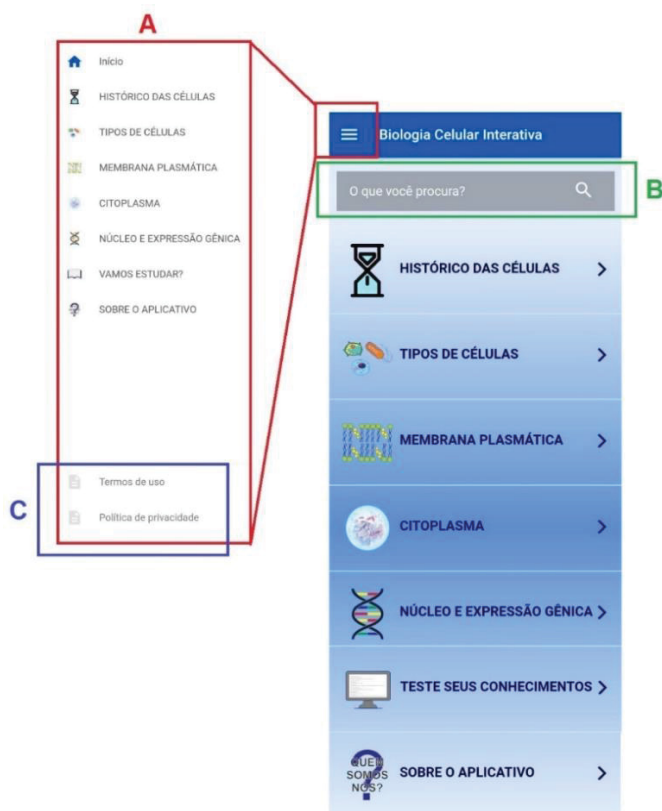
A tela inicial do aplicativo está mostrada na Figura 7. Esta imagem surgirá quando o ícone do aplicativo for clicado pelo usuário. Ela permanece aberta por alguns segundos e logo após surgirá o menu principal (figura 8).

FIGURA 7 - TELA INICIAL DO APLICATIVO



FONTE - Aplicativo Biologia Celular Interativa

FIGURA 8 – MENU PRINCIPAL



FONTE - Aplicativo Biologia Celular Interativa

As 7 (sete) abas que formam o menu principal foram organizadas visando facilitar o acesso, melhorando a experiência, tornando-o mais agradável e prático. Os conteúdos foram inseridos em diferentes abas, como pode-se observar na figura 8, e que, ao ser clicado, poderá dar acesso direto ao conteúdo ou abrirá um conjunto de subabas, onde o conteúdo foi organizado didaticamente.

A Figura 8 mostra a organização das abas do menu principal, e disponibiliza na sua parte superior esquerda um ícone de três traços que ao ser clicado abre um atalho para o menu principal (A). Este ícone permanecerá ativo em todas as abas, facilitando o retorno ao mesmo. Ainda na parte superior encontra-se uma barra de pesquisa, “O que você procura?” (B), nela o usuário poderá realizar uma busca com o uso de palavras-chave. Vale salientar que dentro de cada aba a ferramenta de pesquisa permanece ativa, sendo representada por uma lupa. Na parte

inferior do atalho para o menu principal (C), encontram-se os “Termos de Uso” e “Política de Privacidade”, fornecidos pela própria plataforma de criação do aplicativo.

A aba “Histórico” (Figura 9) , como o próprio nome sugere, descreve a parte histórica da descoberta da célula. Aborda também a evolução dos microscópios, desde a invenção da primeira lente utilizada na construção do primeiro microscópio, até microscópios dos dias atuais, permitindo a compreensão e evolução da microscopia e sua importância nas descobertas sobre a célula. Esta aba não possui subabas, e ao ser clicada, abre diretamente o seu conteúdo.

A aba “Tipos de células” ao ser clicada, abrirá um conjunto de subabas. Conforme pode ser observado na Figura 9, ela é composta por: “Célula Procariótica”, “Célula Eucariótica”, “Procariótica x Eucariótica” e “Animal x Vegetal”. As duas primeiras retratam as características inerentes a cada tipo celular e seus representantes. Já as duas últimas fazem um comparativo, citando as diferenças e semelhanças, um entre a célula procariótica e eucariótica, o outro entre a célula animal e vegetal.

FIGURA 9 – ABA “TIPOS DE CÉLULAS” E SUAS SUBABAS



FONTE - APLICATIVO BIOLOGIA CELULAR INTERATIVA

A aba “membrana plasmática” (Figura 10), ao ser clicada, abre duas subabas: “Estrutura da Membrana Plasmática” e “Transportes Através da Membrana Plasmática”. A primeira descreve a estrutura química da membrana plasmática, o modelo do mosaico fluído e os fatores que influenciam sua fluidez. Já o segundo, descreve os tipos de transportes: passivo (osmose, difusão simples e facilitada e ativo (bomba de sódio e potássio).

FIGURA 10 – ABA “MEMBRANA PLASMÁTICA” E SUAS SUBABAS



FONTE - APLICATIVO BIOLOGIA CELULAR INTERATIVA

A aba “Citoplasma” (Figura 11), quando clicada, abre as seguintes subabas: “Citoesqueleto”, “Mitocôndria e a conversão de energia”, Síntese e secreção celular”, “Endocitose e digestão Celular”, “Peroxisomos - Uma organela multifuncional”, “Cloroplasto e a fotossíntese” e “Vacúolo e suas funções”. Um síntese dessas as subabas estão descritas abaixo:

- **Citoesqueleto:** versa sobre estrutura do citoesqueleto com ênfase nos microtúbulos, filamentos de actina e filamentos intermediários. Cada uma destas estruturas é descrita e tem suas funções explicadas através de textos.
- **Mitocôndrias e a conversão de energia:** aborda a estrutura da mitocôndria e como a ocorre a conversão da energia química contida nos alimentos em energia disponível ao nosso organismos.

- **Síntese e secreção celular:** explica como o retículo endoplasmático rugoso trabalha em conjunto com o complexo de Golgi na síntese e secreção de proteínas. Aborda também o retículo endoplasmático liso.
- **Endocitose e digestão celular:** aborda os tipos de endocitose e as organelas envolvidas com enfoque na digestão intracelular como mecanismo fundamental para a vida, importante na manutenção da homeostase e defesa dos organismos.
- **Peroxisossomos - uma organela multifuncional:** trata dos peroxissomos e suas múltiplas funções para as células.
- **Cloroplasto e a fotossíntese:** enfoca os cloroplastos e como participam da fotossíntese e de como este processo é fundamental à vida na Terra.
- **Vacúolos e suas funções:** descreve os vacúolos no armazenamento de substâncias e os vacúolos líticos abordando várias de suas funções.

A Figura 11 descreve a organização e o layout destas subabas.

FIGURA 11 – ABA “CITOPLASMA” E SUAS SUBABAS



FONTE - Aplicativo Biologia Celular Interativa

A aba “Núcleo e Expressão Gênica” (Figura 12) não possui subabas e quando clicada abre diretamente o seu conteúdo. Ela aborda assuntos relacionados aos ácidos nucleicos, composição química, estrutura, capacidade de duplicação, transcrição e tradução.

FIGURA 12 - ABA “NÚCLEO E EXPRESSÃO GÊNICA”



FONTE - Aplicativo Biologia Celular Interativa

Já a aba “Teste seus conhecimentos”, ao ser clicada pelo usuário, abrirá um conjunto de subabas, onde cada aba corresponde a um conjunto de exercícios de um determinado assunto referente a biologia celular. Observe seu layout na Figura 13.

FIGURA 13 – ABA “TESTE SEUS CONHECIMENTOS” E SUAS SUBABAS



FONTE - Aplicativo Biologia Celular Interativa

A aba “Sobre o Aplicativo” é composta de três subabas: “Apresentação”, “Contato” e “Agradecimento”. A primeira apresenta informações sobre o aplicativo e um vídeo de boas-vindas aos usuários, descrevendo como sua experiência pode ser produtiva através das opções fornecidas pelo mesmo. A segunda fornece os contatos do autor. Já a terceira faz um agradecimento às instituições e professores que contribuíram no trabalho (Figura 14).

FIGURA 14 – ABA “SOBRE O APLICATIVO” E SUAS SUBABAS




FONTE - Aplicativo Biologia Celular Interativa

A fim de registro, alguns prints representativos dos conteúdos das abas e subabas do aplicativo se encontram no Anexo 2 deste TCM.

4.1.1 Dados e resultados prévios do aplicativo

O aplicativo Biologia Celular interativa foi publicado no dia 06 de maio de 2020, sendo que até o momento totalizou 1190 *downloads*, permanecendo ativo em 560 dispositivos (FIGURA 16), auxiliando estudantes não só do Brasil, mas também de outros países.

FIGURA 15 - NÚMERO DE DISPOSITIVOS COM O APLICATIVO ATIVO

▲ Nome do app	Instalações ativas ?
 Biologia Celular Interativa br.com.app.gpu1966397.gpue06...	560

FONTE – Google Play Console

O gráfico 2 mostra o número total de *downloads* desde que o aplicativo foi publicado da biblioteca da Play Store até o presente momento (período entre 6 de maio a 6 de outubro), podendo ser observado que o número de downloads teve oscilações em diferentes períodos.

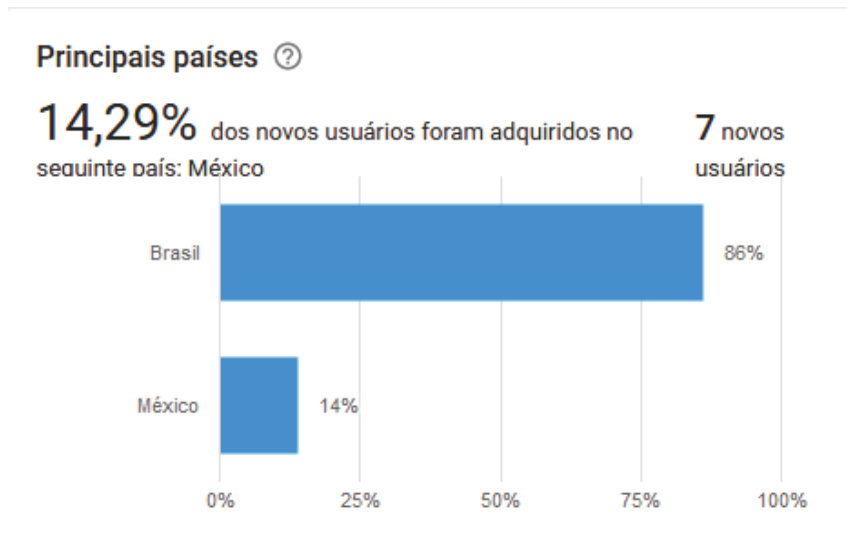
GRÁFICO 2 – NÚMERO DE DOWNLOADS TOTAIS



FONTE – Google Play Console

Como já citado, o aplicativo foi baixado também em diferentes países, como: Angola, Canadá, México e Timor-Leste. Infelizmente a plataforma da Play Store Console permite relatório apenas dos últimos períodos, mostrando que sete downloads foram feitos no México, país com maior número de downloads depois do Brasil, como pode ser observado abaixo no gráfico 3.

GRÁFICO 3 – ÚLTIMOS PAÍSES COM DOWNLOADS DO APLICATIVO



FONTE – Google Play Console

Na Play Store o usuário tem a opção de classificar e opinar sobre sua experiência com os aplicativos baixados. A avaliação do aplicativo *Biologia Celular Interativa* pode ser observado na figura 17, que mostra um alto grau de satisfação, obtendo nota 4,947 (1 mostra baixa satisfação e 5 muito satisfeito).

FIGURA 16 – NÚMERO DE DISPOSITIVOS COM O APLICATIVO ATIVO

Sua nota

4,947 ★

4,947 ★

19

Nota do Google Play ⓘ Nota de todo o ciclo de vida ⓘ Total de avaliações

Os usuários classificam apps no Google Play com notas de até cinco estrelas e avaliações por escrito. Eles podem atualizar essas informações a qualquer momento. [Saiba mais](#)

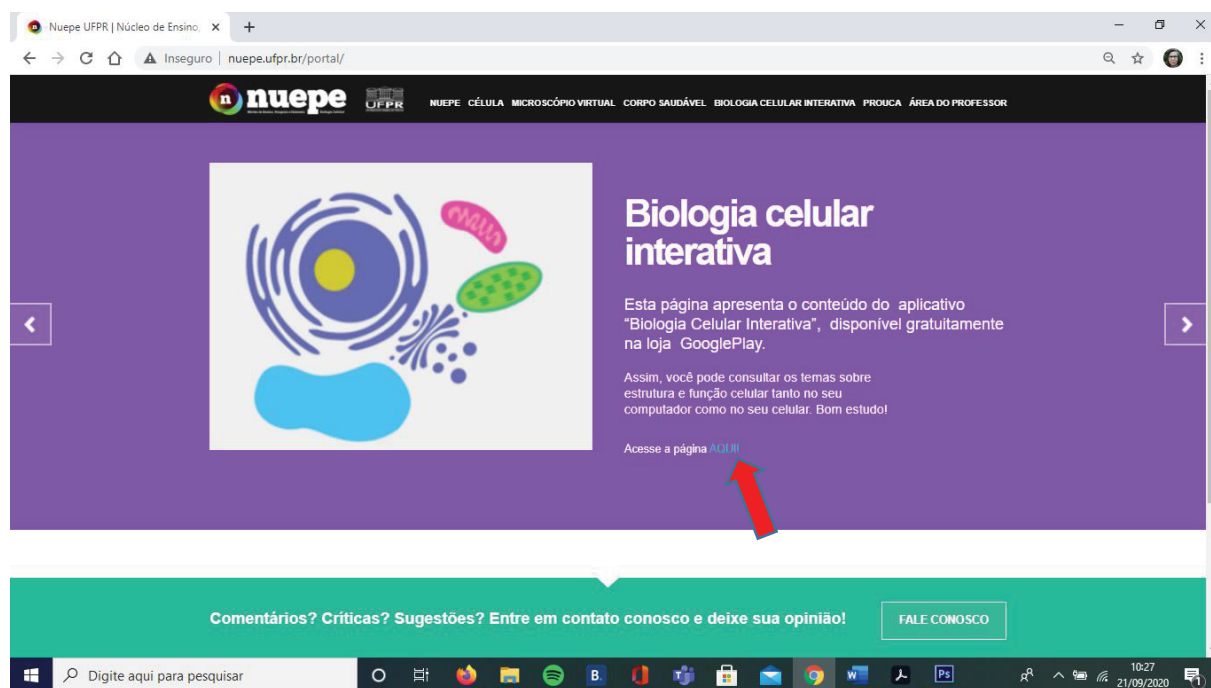
FONTE – Google Play Console

4.2. PÁGINA “BIOLOGIA CELULAR INTERATIVA”

PARA ACOMPANHAR ESSA LEITURA ACESSE <http://www.nuepe.ufpr.br/portal/> **e SELECIONE NO MENU PRINCIPAL “BIOLOGIA CELULAR INTERATIVA” OU ACESSE DIRETAMENTE A PÁGINA EM**
http://www.nuepe.ufpr.br/portal/?page_id=58

Ao entrar na página do NUEPE (<http://www.nuepe.ufpr.br/portal/>) o usuário se depara com um *slider* dinâmico no qual existe um banner e neste banner um *link* que dá acesso à Biologia Celular Interativa, conforme mostrado na Figura 15.

FIGURA 17 - SLIDER DO SITE DO NUEPE COM LINK PARA PÁGINA “BIOLOGIA CELULAR INTERATIVA”. SETA – INDICA O LINK PARA A PÁGINA.



FONTE - <http://www.nuepe.ufpr.br/portal/>

Outra forma de acesso é pelo menu principal, conforme mostrado na figura 16.

FIGURA 18 - MENU PRINCIPAL DO SITE DO NUEPE. SETA - INDICA O ACESSO PARA “BIOLOGIA CELULAR INTERATIVA”



FONTE - <http://www.nuepe.ufpr.br/portal>

Logo no início há uma referência sobre o aplicativo para telefone celular, indicando ao usuário onde ele pode ser encontrado, conforme mostra a figura 17:

FIGURA 19 - TEXTO FAZENDO REFERÊNCIA PARA O APLICATIVO



**BIOLOGIA
CELULAR
INTERATIVA**



Thiago de Santos de Lima

Coordenação – Ruth J. G.
Schadeck

Suporte – Bruna Silva



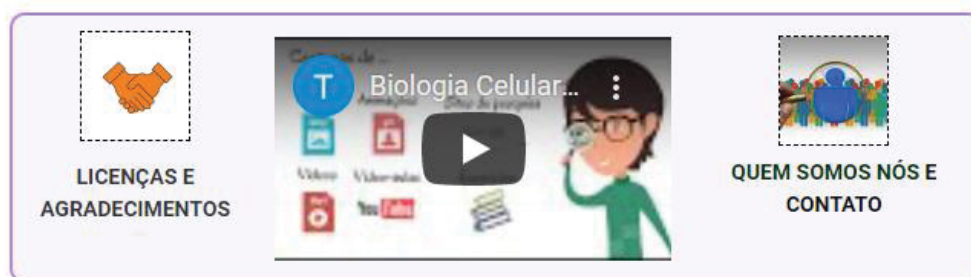
**“Biologia Celular Interativa” está também disponível,
gratuitamente, na loja GooglePlay.**

No celular, use o aplicativo!

FONTE - http://www.nuepe.ufpr.br/portal/?page_id=58

Logo abaixo o usuário pode acessar as páginas onde estão relacionados os “agradecimentos e licenças” e “quem somos nós”, bem como bem como assistir a um vídeo de apresentação (Figura 18).

FIGURA 20 - LINK DE ACESSO PARA O VÍDEO DE APRESENTAÇÃO E INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE A PÁGINA



FONTE - http://www.nuepe.ufpr.br/portal/?page_id=58

Cada conteúdo, correspondente a uma aba ou subaba do aplicativo, foi construído em uma página que é acessada através de um link em uma figura na página principal, que é aquela que o usuário entra ao acessar clicar no menu “Biologia Celular Interativa”. A Figura 19 mostra a página inicial com os links de acesso. No computador há necessidade de rolagem para visualizá-la por inteiro.

FIGURA 21 - PÁGINA INICIAL DE ACESSO





FONTE - http://www.nuepe.ufpr.br/portal/?page_id=58

A fim de registro, alguns prints representativos da página se encontram no Anexo 2 deste TCM.

A leitura na tela no telefone celular é diferente da leitura na tela de computador que são diferentes da leitura de uma página impressa. No celular o leitor tem a visão limitada a um pequeno trecho correspondente ao tamanho da tela e textos longos tornam-se pouco atrativos, desencorajando o leitor a prosseguir com a leitura. O mesmo pode ser aplicado a leitura na tela do computador, embora, neste caso, o usuário tenha um campo de visão maior. Assim, os textos apresentados na página são também curtos e entremeados de imagens e vídeos e foi possível aplicar com maior rigor o princípio da contiguidade espacial preconizada por Mayer (2005), que assevera a importância da proximidade entre textos e figuras. Em alguns casos explicações mais detalhadas, figuras e vídeos foram adicionados tornando o conteúdo da página levemente mais extenso, quando comparado ao aplicativo.

5. DISCUSSÃO

A “Biologia Celular Interativa”, quer seja no seu formato de aplicativo para telefones celulares ou de página do Website, tem como objetivo geral contribuir para a melhoria da aprendizagem em Biologia Celular no ensino médio, proporcionando uma ferramenta de estudo para estudantes, bem como uma ferramenta auxiliar de ensino à professores. A estruturação dos conteúdos integrou textos, imagens, vídeos, links de acesso e outros elementos gráficos. Embora existam na literatura definições variadas para multimídia, essas concepções “...podem ser resumidas como o uso de diferentes tipos de tecnologias e sua integração em um único computador (ALDALALAH; ABABNEH, 2015). Com base nessa conceituação e na definição de Vaughan (2011): “multimídia é qualquer combinação de texto, gráfico arte, som, animação e vídeo fornecidos por computador ou outros meios eletrônicos”, o aplicativo e a página do *website* podem ser considerados multimídias educacionais. Também podem ser definidos como objetos de aprendizagem, conforme a aceção de Wiley (2000) que os conceitua como “qualquer recurso digital que pode ser reusado para apoiar a aprendizagem”. Exemplificando, Tarouco et al., (2006) classificam como exemplos de objetos de aprendizagem conteúdos multimídia, imagens, sons, vídeos, conteúdos instrucionais. A essa lista, Behar e Silva (2009) adicionam ainda textos, animação, imagens, aplicações, páginas Web, todos com objetivos educacionais

Segundo Vaughan (2011), quando o usuário tem algum controle sobre quais e quando as informações serão visualizadas, a multimídia passa a ser interativa. Com base nessa premissa, tanto o aplicativo quanto a página são interativos. Na tela inicial do aplicativo, ou da página, o estudante pode escolher as abas ou *links* nos quais deseja navegar, na ordem que ele preferir. No aplicativo se acresce mais algumas escolhas, pois ao acessar as abas “tipos de células” e “citoplasma” ele ainda pode escolher as subabas. No conteúdo de cada aba ou subaba do aplicativo, bem como nas páginas dos conteúdos no *website*, estão inseridos vídeos e animações que o estudante pode ou não assistir, interagindo com esses recursos na medida de suas necessidades e interesses. Além disso, o estudante pode ter acesso a sites externos e conteúdos internos através de *links* em palavras e imagens. Assim, acontece um envolvimento ativo do estudante, ele necessita dedicar um esforço e atenção quando seleciona os temas e recursos inseridos. A interatividade é considerada por Mussoi e Tarouco (2011) um pilar essencial na construção de materiais educacionais digitais. O uso da tecnologia neste âmbito proporciona um ambiente mais motivador, deixando os discentes mais focados e empenhados, apresentando assim melhores resultados na aprendizagem (MARTINHO; POMBO, 2009).

Na construção dos textos optou-se por uma forma de escrita recomendada para objetos e aprendizagem, conforme diz Hack et al., (2010):

“...a linguagem, que deve ser clara, direta e expressiva, para transmitir ao aluno a ideia de que ele é o interlocutor permanente do docente e que ambos participam de maneira conjunta da construção do conhecimento; dirija-se ao aluno como “você”.

Essa forma de tratamento, os textos curtos, as imagens e vídeos de cada aba (ou página) foram apresentados em uma sequência que facilitasse a construção de conceitos iniciais necessários para compreensão dos conceitos seguintes que serão apresentados no texto. Por exemplo, para a compreensão da síntese proteica, primeiramente a estrutura do DNA foi abordada, mostrando a complementariedade de suas bases, e na sequência a transcrição e tradução, oportunizando ao estudante compreender a sequência de cada processo e o papel de todos os elementos envolvidos. Nesta organização a disposição dos textos, imagens e vídeos se aproxima da apresentação de conteúdos tradicionais. Desta forma, o nível de interatividade nos recursos desenvolvidos é tal que as escolhas que o estudante faz e as possibilidades de navegação não caracterizam um hipertexto, que tem como propriedade fundamental ser multilinear e multissequencial, remetendo o leitor a várias direções dentro de um texto (HACK et al., 2013). Não obstante existirem *links* para endereços externos e internos (especialmente na página do *website*) eles estão inseridos de forma a não se perder a sequência pretendida. Assim, se evita o número excessivo de conexões que podem causar desorientação e saturação cognitiva (MADRID et al., 2009).

Para além dos aspectos do desenvolvimento de uma multimídia educacional, deve-se considerar que potencial didático da “Biologia Celular Interativa” está apoiado em dados da literatura que têm demonstrado que vídeos, imagens, animações, simulações e outros objetos educacionais digitais facilitam a aprendizagem sobre a estrutura e função celular (McCLEAN et al., 2005; HEYDEN, 2004; REINDL et al., 2015; GOFF et al., 2017; JENKINS, 2018). Os trabalhos desses autores concordam com pressupostos clássicos, como descritos por Krasilchik (1986), que preconizam que conceitos abstratos interligados devem ser abordados da maneira mais ilustrativa possível, utilizando diferentes metodologias, na busca de facilitar sua compreensão. Aprender biologia celular exige grande abstração, uma vez que a célula é microscópica, formada por muitas estruturas que trabalham constantemente de maneira integrada e dinâmica no seu interior, resultando em uma grande complexidade (REINDL et al., 2015). O uso de imagens e vídeos de células reais permite ao estudante construir uma concepção mais concreta sobre a estrutura e função celular e se coaduna sobre importância da visualização

também na pesquisa científica. Embora uma variedade de abordagens experimentais seja utilizada na investigação sobre células (ALBERTS et al., 2017), a visualização tem sido considerada chave para a construção do conhecimento acerca delas (SAILEM; COOPER; BAKAL 2016).

Os recursos de imagem utilizados foram associados a textos. Esse formato, combinação de textos com ilustrações, imagens de células e de evento celulares, vídeos e animações, concorda com o pressuposto de que a aprendizagem é mais efetiva quando acontece em ambientes que são compostos por representações verbais e não verbais (MAYER; MORENO, 2003; MORENO; MAYER, 2007).

Destaca-se ainda que a variedade de recursos disponibilizados se coaduna com os estudantes atuais, chamados de “nativos digitais”, que cresceram em meio as tecnologias da informação (PRENSKI, 2001). Estes estudantes possuem grande aptidão em entender a linguagem visual e lúdica, compreendem códigos e interagem com jogos e vídeos com mais facilidade (CHIKUCHI, 2011). Além disso, o uso telefones celulares em tempo superior ao tempo em que ficam na escola e a popularização destes aparelhos entre os adolescentes, bem com o seu o uso contínuo, faz desta tecnologia uma aliada na educação, pois podem proporcionar uma ferramenta de aprendizagem acessível em qualquer momento do dia (SHULER, 2009).

O modelo de ensino mais difundido no Brasil, baseado na transmissão de informações de modo verbal, teórico, usando a aula expositiva como metodologia, é antiquado e pouco atrativo para os estudantes quando não associado à outras metodologias (LABURÚ et al., 2003; DUARTE, 2018). A aplicação deste modelo de ensino, segundo Andrews et al. (2011), se deve, em grande parte, as dificuldades dos estudantes aprenderem conceitos básicos em ciências. Neste cenário, o aplicativo “Biologia Celular Interativa” pode representar uma alternativa para a melhoria deste quadro. O professor pode aplicá-lo em diferentes contextos e com variadas metodologias. Por exemplo, através da metodologia da sala de aula invertida utilizando tecnologia digitais, como aponta Ferranini et al., 2019:

“...disponibilizando na internet para acesso pelos alunos para estudo em casa. O que tradicionalmente é feito em sala de aula, passa a ser executado em casa e vice-versa. A sala de aula passa a ser um espaço para tirar dúvidas e realizar outras atividades, tais como as de laboratório e resolução de problemas”.

De fato, como cita Santos e Luz (2013), o uso da tecnologia, no ensino, pode estar presente desde o ensino fundamental. Quando utilizadas tornam a aula diferenciada, sendo promotoras do aprendizado nas práticas escolares, possibilitando a aproximação dos estudantes

ao conhecimento, proporcionando mais um desafio ao ensino de Biologia, tanto aos estudantes, quanto para os professores.

Produzir um material didático virtual com rigor científico e ao mesmo tempo atrativo aos estudantes não é tarefa fácil e normalmente exige um trabalho em conjunto de profissionais da educação com profissionais da área da tecnologia da informação. Em grandes projetos, como no consórcio CEDERJ, por exemplo, a elaboração de recursos digitais para estudantes de graduação do Curso de Ciências Biológicas incluiu na equipe coordenador, roteirista, *webdesigner* (animador, HTML), ilustrador, analista de sistemas, programador, revisor de português (BENCHIMOL et al., 2010). Equipe semelhante foi apontada por Cargnelutti, (2016). Neste projeto, no desenvolvimento do aplicativo o professor/autor desempenhou todas as funções, passando pela a redação de textos, realização de muitas ilustrações e toda a parte técnica. Nesse sentido, atende necessidade de capacitação de professores para a produção e objetos de aprendizagem (TAROUCO et al., 2014).

O desenvolvimento de objetos de aprendizagem consome muito tempo (TAROUCO et al., 2006), fato esse que também aconteceu na criação das multimídias neste projeto. Devido a isso, a construção da página, processo no qual estrutura do aplicativo foi adaptada ao Word Press, necessitou do suporte de membros do NUEPE. Essa estratégia demonstrou que é necessário que se faça uma análise do contexto para que otimizem os recursos disponíveis, quer sejam humanos ou de outra natureza.

A criação do aplicativo e da página de *website* indica que é possível o desenvolvimento de objetos de aprendizagem pelos próprios professores. Mostra também que é um trabalho intenso, muitas vezes difícil, requer habilidades, tempo e motivação dos desenvolvedores. Portanto, faz-se necessário que se estimule formação de professores/autores, que se criem condições de infraestrutura técnica e de suporte que permitam essas realizações.

6. CONCLUSÕES

- O aplicativo e página de website “Biologia Celular Interativa” estão disponíveis para dar suporte aos professores de Biologia do ensino médio, mostrando-se como ferramenta suporte de metodologias mais ativas de aprendizagem, como sala de aula invertida, extremamente relevante nos períodos atuais onde estamos vivenciando um momento histórico de "home schooling" devido a pandemia da covid.

- O aplicativo e a página de website “Biologia Celular Interativa” oferecem um leque de informações, atualizadas e reunidas de maneira didática e interativa, facilitando a experiência e tornando o processo de aprendizagem/estudo mais prazerosa. Dessa maneira espera-se contribuir com a melhora da aprendizagem sobre a estrutura e função celular no Ensino Médio.

- A plataforma de desenvolvimento de aplicativos escolhida, que não necessita de conhecimentos aprofundados de programação, mostrou-se adequada e efetiva, permitindo a construção do aplicativo para telefone celular.

- Todas as etapas do desenvolvimento do aplicativo (seleção e construção dos conteúdos, escolha da plataforma para a construção do aplicativo, a resolução dos problemas técnicos, realização de ilustrações, definição de designs) propiciaram ao professor/autor uma rica experiência de desenvolvedor deste tipo de objeto de aprendizagem.

- A transposição dos conteúdos do aplicativo para uma página de *website* produziu mais uma alternativa de acesso aos conteúdos desenvolvidos, aumentou as possibilidades de uso e otimizou o tempo e esforço demandados na construção dos conteúdos produzidos para o aplicativo.

- Existem muitas imagens sobre células na internet, mas relativamente poucas com licenças de uso, e nem sempre elas se adequaram ao objetivo pedagógico específico na construção dos objetos de aprendizagem. Esse fato levou a realização de ilustrações próprias para os recursos digitais desenvolvidos, bem como a adequação das imagens existentes, propiciando ao docente autor a formação também em ilustrações científicas e didáticas.

- O YouTube é uma fonte de muita diversidade de vídeos e animações didáticas com representações gráficas tridimensionais que podem facilitar a aprendizagem sobre células. Essa diversidade permitiu selecionar vídeos que ofereciam a opção de legenda em português, ou que eram visualmente autoexplicativos, e ainda, que com uma breve explicação textual se tornavam facilmente compreensíveis. O uso dos vídeos propiciou enriquecer o aplicativo e a

página de website, sendo um facilitador da aprendizagem sobre células das multimídias desenvolvidas.

- Os textos didáticos redigidos foram baseados em bibliografia de elevado rigor científico a fim de que não se cometessem erros conceituais, mas adequando ao nível do Ensino Médio. Isso só foi factível porque o professor/autor está em plena atividade dentro da sala de aula. Dessa maneira são ofertados aos estudantes conteúdos atualizados. Além disso, as multimídias têm estrutura dinâmica e poderão sofrer acréscimos, substituições e adições no futuro, permitindo a constante atualização dos conteúdos, acompanhando o desenvolvimento científico.

- O processo de construção das ferramentas possibilitou o aperfeiçoamento do docente na prática ilustrativa voltada a conteúdos científicos, que exigem noções de dimensão e vislumbre de ferramentas e desenhos didáticos.

- Todo o processo do desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso também aponta a grande necessidade de formação professores/autores de materiais didáticos digitais na área de Biologia Celular.

- A finalização deste mestrado/projeto permitiu agregar à formação do docente a prática de desenvolvimento de material didáticos de suporte que fomente o processo de ensino e aprendizagem de forma mais efetiva.

7. REFERÊNCIAS

- ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K. & WALTER, P. *Biologia Molecular da Célula*. ArtMed, Porto Alegre, 2017.
- ALDALALAH, A. O.; ABABNEH, Z. W. Standards of Multimedia Graphic Design in Education. *Journal of Education and Practice*, v. 6, n. 17, 2015.
- ALMEIDA, M. E. B; SILVA, M. G.A. Currículo, tecnologia e cultura digital: espaços e tempos de web currículo. *Revista e-curriculum*, São Paulo, v.7 n.1, p. 1-19, 2007. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/viewFile/5676/4002>>.
- ANDREWS, T. M.; LEONARD, M. J.; COLGROVE, C. A.; KALINOWSKI, S. T. Active Learning Not Associated with Student Learning in a Random Sample of College Biology Courses. *Life Sciences Education*, v. 10, p. 394–405, 2011.
- ARANHA, C. P.; SOUSA, R. C.; BITENCOURT JUNIOR, J. B.; ROCHA, J. R.; SILVA, A. F. G. O YouTube como Ferramenta Educativa para o ensino de ciências. *Olhares & Trilhas*, v. 21, n. 1, p. 10-25, 2019. Doi: <https://doi.org/10.14393/OT2019v21.n.1.46164>.
- ARAÚJO, N.; HISSA, D.; MORAES, I. Formação de professores-autores de material didático em EaD. *Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação*, v. 69, n. 1, p. 167-182, 2015. Doi: <https://doi.org/10.35362/rie691161>
- ARAÚJO-JORGE, T. C.; CARDONA T. S.; MENDES, C. L. S.; HENRIQUES-PONS A.; MEIRELLES, R. M. S., COUTINHO, C. M. L. M.; AGUIAR, L. E. V., MEIRELLES, M. N. L.; CASTRO, S. L.; BARBOSA, H. S.; LUZ, M. R. M. P. Microscopy Images as Interactive Tools in Cell Modeling and Cell Biology Education. *Cell Biology Education*, v. 3, n. 2, p. 99-110, 2004.
- BACCEGA, M. A. Tecnologia e escola. *Comunicação & educação*, v.1, p. 8-10, 2005. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/37504>>
- BACICH, L.; MORAN, J. Metodologias ativas para uma educação inovadora : uma abordagem teórico - prática. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BACICH, L; NETO, A. T.; TREVISANI, F. M. (Org.). Ensino híbrido: Personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015. “Disponível em: <<http://revistathema.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/download/429/372>>
- BEHAR, P.; SILVA, K. K. A. Arquiteturas Pedagógicas para a Educação a Distância: a construção e validação de um objeto de aprendizagem. *Novas Tecnologias na Educação*, v. 7, n. 2, p. 1-9, 2009.
- BENCHIMOL, M.; BERNSTEIN, A. F. O.; CARVALHO, R. A.; TEIXEIRA, D. S. Desenvolvimento de material multimídia no ensino de Biologia. *Revista EAD em Foco*, v.1, p. 99-158, 2010.

BATISTA, S. C. F.; BARCELOS, G. T. Análise do uso do celular no contexto educacional. *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2013. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.41696>.

BELUCE, A. C.; OLIVEIRA, K. L. Ambientes Virtuais de Aprendizagem: das Estratégias de Ensino às Estratégias de Aprendizagem. IX ANPED-SUL: Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, 2012. “Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/3006/904>>”

BIZZO, N. Ciências Biológicas. Universidade de São Paulo, 2012. “Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/07Biologia.pdf>>”.

BORGES, R. M. R.; LIMA, V. M. do R. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 1, p. 165-175, 2007. “Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART10_Vol6_N1.pdf>”.

BORBA, J. B. Uma Breve Retrospectiva Do Ensino De Biologia No Brasil. Monografia de Especialização na Pós Graduação em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino, Modalidade de Ensino a Distância, UTFPR, 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4689/1/MD_EDUMTE_I_2012_12.pdf>

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>.

CAMELO, J. S.; SILVA, M. A. G.; LOPES, E. J.; JUNIOR, A. R. ResearchGate, Série Educar – Tecnologia, Editora Poisson, Volume 3, 1ª Edição, Capítulo 5, Ano 2020. DOI: 10.36229/978-85-7042-222-4.CAP.05. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Monica_Figueiredo7/publication/339012192_Admiravel_Moodle_Novo_Experiencia_de_remodelacao_do_ambiente_virtual_de_aprendizagem_e_atualizacao_do_Moodle/links/5e67cfc84585153fb3d5a61e/Admiravel-Moodle-Novo-Experiencia-de-remodelacao-do-ambiente-virtual-de-aprendizagem-e-atualizacao-do-Moodle.pdf#page=36>.

CARGNELUTTI, C. M.; COLUSSO, P. R.; AMARAL, A. L. O.; SCHMIDT, M.; BORTOLAZZO, J. C.; COLUSSO, G. S.; PALMA, R.; MORAES, C.; PASCOTINI, M. T.; FREITAG, F.; KARKOW, A. K.; MISSIO JUNIOR, A. C. Educadores e profissionais na EaD: o processo de produção de materiais didáticos em uma Equipe Multidisciplinar. SIED: EnPED-menizes Simpósio Internacional de Educação a Distância e Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância, 2016. Disponível em: <<http://www.sied-enped2016.ead.ufscar.br/ojs/index.php/2016/article/view/1376>>.

CARNEVALLE, M. R. Jornadas. Cie – Ciências. 8º Ano do Ensino fundamental II – 2ª Ed. SARAIVA, 2012.

CARVALHO, L. J.; GUIMARAES, C. R. P. Tecnologia: um recurso facilitador do ensino de ciências e biologia, 2016. “Disponível em: <<https://eventos.set.edu.br/index.php/enfope/article/viewFile/2301/716>>.

CARVALHO, L. M. Intensificação e Sofisticação dos Processos da Regulação Transnacional em Educação: O Caso Do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes, 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/es/v37n136/1678-4626-es-37-136-00669.pdf>>.

CETIC -_Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (2017). Disponível em: <<https://cetic.br/pesquisa/educacao/indicadores>>.

CHIKUCHI, H. A. Estudo Exploratório sobre o Uso e a Busca de Informações e de Recursos Didáticos por Professores de Biologia do Ensino Médio cadastrados na Biblioteca Digital de Ciências da Unicamp. 2011. 115f. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, 2011.

CHIOFI, L. C; OLIVEIRA, F. R. M. O uso das tecnologias educacionais como ferramenta didática no processo de ensino e aprendizagem. III Jornada de didática: desafios para a docência e II seminário de pesquisa do CEMAD, Universidade Estadual de Londrina, 2014.

CONFORTO, D.;VIEIRA, C. M. Smartphone na Escola: Da Discussão Disciplinar Para a Pedagógica. Latin American Journal of Computing Faculty of Systems Engineering Escuela Politécnica Nacional Quito-Ecuador, v. 2, n. 3, 2015. Disponível em: <<https://lajc.epn.edu.ec/index.php/LAJC/article/view/95>>.

COSTA, G. S. Mobile learning: Explorando potencialidades com o uso do celular no ensino-aprendizagem de língua inglesa como língua estrangeira com estudantes da escola pública. Tese DE DOUTORADO apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Letras, com área de concentração em Linguística, do Centro de Artes e Comunicação da Universidade Federal de Pernambuco, para obtenção do título de Doutor em Letras. 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/11333/1/TESE%20Giselda%20dos%20Santos%20Costa.pdf>>.

DA FONSECA, A. G.M. Aprendizagem, mobilidade e convergência: mobile learning com celulares e smartphones. Revista Mídia e Cotidiano, v. 2, n. 2, p. 265-283, 2013.

DAUHS, G. O. Uso do celular na sala de aula: uma reflexão e alternativa em prol do ensino de geografia na contemporaneidade. In: Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. Produções Didático-Pedagógicas. Governo do Estado, Secretaria da Educação. Paraná, 2014. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_ufpr_geo_pdp_gerson_dauhs.pdf>.

De AMORIM, A. C. R. Biologia, tecnologia e inovação no currículo do ensino médio. Investigações em Ensino de Ciências, v. 3, n. 1, p. 61-80, 2016.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. São Paulo, Ed. Cortez, 2002.

DEUSDARÁ, B. Pragmática e discurso: a noção de texto em questão. Revista Desenredo, v. 9, n. 2, p. 349-457, 2013. Doi: <https://doi.org/10.5335/rdes.v9i2.3852>

DICARLO, S. E. Cell biology should be taught as science is practised. Nature Reviews. Molecular Cell Biology, v. 7, n.4, p. 287–90, 2006.

DOLAN, E. L.; COLLINS, J. P. We must teach more effectively: Here are four ways to get started. Molecular Biology of the Cell, v. 26, n. 12. p.2151-2155, 2015.

DUARTE, S. M. Os impactos do modelo tradicional de ensino na transposição didática e no fracasso escolar. Trabalho de dissertação de mestrado em Educação: Docência e Gestão da Educação. Universidade Fernando Pessoa, 2018. “Disponível em: <https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/6624/1/DM_S%C3%A9rgio%20Martins%20Duarte.pdf>”

DURÉ, Ravi Cajú; ANDRADE, Maria José Dias de; ABÍLIO, Francisco José Pegado. Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano? Experiências em Ensino de Ciências, v.13, n.1, p. 259-272, 2018.

DUTRA, P. Mobile Learning no Ensino de Biologia. Trabalho de Conclusão em Biologia, Universidade Federal da Fronteira do Sul – Cerro Largo, Rio Grande do Sul, 2016.

Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/390/1/DUTRA.pdf>>.

ELANGO VAN, T.; ISMAIL, Z.; MARA, K. P. The effects of 3D computer simulation on biology students’ achievement and memory retention. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, v. 15, n. 2, 2014.

FERRARINI, R.; SAHEB, D.; TORRES, P. L. Metodologias ativas e tecnologias digitais: Revista Educação em Questão, v. 57, n. 52, p. 1-28, 2019. Doi: <https://doi.org/10.21680/1981-1802.2019v57n52ID15762>.

FONSECA, C. F. História da computação [recurso eletrônico] : O Caminho do Pensamento e da Tecnologia. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. Disponível em:<<http://www.pucrs.br/edipucrs/online/historiadacomputacao.pdf>>.

FRAGELLI, R. R.; FRAGELLI, T. B. O. Summaê: um espaço criativo para aprendizagem, 2017. Disponível em: < https://redib.org/Record/oai_articulo2033796-summa%C3%AA-um-esp%C3%A7o-criativo-para-aprendizagem>.

FREITAS, M. T. Letramento digital e formação de professores. Educação em Revista, v. 26, n. 03, p. 335-352, 2009.

GAGLIARDI, R. Los Conceptos Estructurales en el Aprendizaje por Investigación. Enseñanza de las Ciencias, v. 4, n. 1, p. 30-35, 1986.

GARCIA, G. M. P. Biotecnologia no Ensino Médio e os Indicadores de Alfabetização Científica. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá/MG, 2013. Disponível em: <<https://saturno.unifei.edu.br/bim/0040638.pdf>>.

GERALDI, J. W. Portos de passagem. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

GOFF, E. E.; REINDL, K. M.; JOHNSON, C.; MCCLEAN, P.; OFFERDAHL, E.G.; SCHROEDER, N.L.; WHITE, A.R. Efficacy of a meiosis learning module developed for the virtual cell animation collection CBE Life Sciences Education, v. 16, p. 1-7, 2017. doi:[10.1128/jmbe.v19i2.1460](https://doi.org/10.1128/jmbe.v19i2.1460).

GONÇALVES, C. L.; PIMENTA, S. G. Revendo o ensino de 2º grau – Propondo a formação de professores. São Paulo, Ed. Cortez, 1991.

HACK, J. R. Linguagem Virtual e Audiovisual na EAD. In: Tafner, Elisabeth Penzlien. Produção de Materiais Autoinstrutivos para a Educação a Distância/ Elisabeth Penzlien Tafner; Janes Fidélis Tomelin; Josias Ricardo Hack [e] Norberto Siegel. Centro Universitário Leonardo da Vinci – Indaial, 2010

HACK, J. R.; SANTOS, A. R. B.; V, R. A.; , R. K.; BUENO JUNIOR, S. S. Hipertextualidade no Processo Educacional Contemporâneo. Revista Novos Olhares. v.2, n.1, p. 26-31, 2013.

HERMEL, E. E. S. O ensino de Biologia Celular na formação inicial de professores de ciências e de biologia. Universidade Federal da Fronteira Sul. EdUECE- Livro 2. 2014.

HEYDEN, R. Approaches to cell biology: developing educational multimedia. Cell Biology Education, v. 3, p. 93-98, 2004.
Disponível em:< <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC437640/>>.

HITZSCHKY, R. A. et al. Práticas educativas com o uso de dispositivos móveis em aulas de campo: aprendizagem para além dos muros da escola. In: Congresso Regional sobre Tecnologias na Educação. Natal, 2016. Disponível em: < <http://ojs.unirg.edu.br/index.php/1/article/viewFile/1856/622>>.

HOFFLER, T. N.; LEUTNER. D. Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. Learning and Instruction. v. 17, p. 722-738, 2007. Doi:[10.1016/j.learninstruc.2007.09.013](https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.013).

INEP, 2019. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. DADOS DO CENSO ESCOLAR – Noventa e cinco por cento das escolas de ensino médio têm acesso à internet, mas apenas 44% têm laboratório de ciências. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/dados-do-censo-escolar-noventa-e-cinco-por-cento-das-escolas-de-ensino-medio-tem-acesso-a-internet-mas-apenas-44-tem-laboratorio-de-ciencias/21206/>.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Relatório Pedagógico ENEM 2019. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/relatorios-pedagogicos>>.

JENKINSON, J. Molecular Biology Meets the Learning Sciences: Visualizations in Education and Outreac. v. 430, n. 21, p. 4013-4027, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2018.08.020>

JOHNSON, C. I.; MAYER, R. E. A testing effect with multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, v.101, n. 3, p. 621–629, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1037/a0015183>

JUSTI, R. S. Relações entre argumentação e modelagem no contexto do ensino de Ciências. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Online)*, v. 17, p. 31-48, 2015.

KENSKI, V. M. Novas tecnologias: o redimensionamento do espaço e do tempo e os impactos no trabalho docente. *Revista Brasileira de Educação*. v.8, p. 57-71, 2010. Disponível em: <http://www.anped.org.br/rbe/rbedigital/RBDE08/RBDE08_07_VANI_MOREIRA_KENSKI>.

KLEBIS, D. *Jornal da Ciência*. 44º Encontro Anual da SBBq e 23º Congresso da União Internacional de Bioquímica e Biologia Molecular, em Foz do Iguaçu (PR). 2015.

KORAKAKIS, G.; BOUDOUVIS, A.; PALYVOS, J.; PAVLATOU, E. A. The impact of 3D visualization types in instructional multimedia applications for teaching science. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 31, p. 145-149, 2012.

KRASILCHIK, Myriam. *Prática de ensino de biologia*. São Paulo: Harper e Row do Brasil Ltda, 1986.

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de biologia*. 4a. edição. São Paulo. Ed. EdUSP, 2004. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/342843211/Pratica-de-Ensino-de-Biologia-Myriam>>.

Krasilchik, Myriam. *Prática de Ensino de Biologia*. 4. Ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005.

Krasilchik, Myriam. *Prática de Ensino de Biologia*. 4. Ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005.

KRASILCHIK BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. DE M.; NARDI, R. Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 247–260, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132003000200007&script=sci_arttext>.

LEÃO, G. M. C; PADIAL, A. A. RANDI, M. A. F. Representações não linguísticas e jogos cooperativos como estratégia de ensino e aprendizagem da biologia celular. *investigações em Ensino de Ciências*, v. 23, N. 2, pp. 406-423, 2018. Doi:[10.22600/1518-8795.ienci2018v23n2p406](https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2018v23n2p406).

LEMO, A. *Cibercultura: Tecnologia e Vida Social na Cultura Contemporânea*. 3ed. Porto Alegre - Sulina, 2010.

LIMA, P. R. B. ; FALKEMBACH, Gilse A. M.; TAROUÇO, L. M. R.; *Objetos de aprendizagem no contexto de m- learning*. In.: TAROUÇO, Liane Margarida Rockenbach;

ÁVILA, Bárbara Gorziza; SANTOS, Edson Felix dos; BEZ, Marta Rosecler; COSTA, Valeria. (Org.) Objetos de aprendizagem: teoria e prática. Porto Alegre: Evangraf, 2014.

LOPES, M. C. O lado perverso da inclusão - a exclusão. Passo Fundo: Ed.Universidade de Passo Fundo, p.207-218, 2019.

LUCYK, V. P. K.; GRAUPMANN, E. H. A desvalorização do trabalho docente brasileiro: uma reflexão de seus aspectos históricos. *Humanas & Sociais Aplicadas*, v. 7, n. 20, 2017. Doi: [10.25242/887672020171145](https://doi.org/10.25242/887672020171145)

MACEDO, V. R. A influência de uma organização social na política externa brasileira: o caso da rede nacional de ensino e pesquisa (rnp). 136 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MARCELINO, E.; MARCELINO, A. B. B. The importance of building digital didactic materials for higher education teachers. *Brazilian Applied Science Review Curitiba*. v. 2, n. 2, p. 596-606, 2018.

MADRID, I. R; HERRE V. O.; MELGUIZO, P; CARMEN, M. The effects of the number of links and navigation support on cognitive load and learning with hypertext: The mediating role of reading order. *Computers in human behavior*, v. 25, n. 1, p. 66-75, 2009.

MANZKE, G. R. Percepção das diferentes estruturas celulares por estudantes egressos do Ensino Fundamental. In: Encontro Regional do Sul de Ensino de Biologia (EREBIO-SUL)/Semana Acadêmica de Ciências Biológicas, 2013. Disponível em: <http://santoangelo.uri.br/erebiosul2013/anais/wp-content/uploads/2013/07/poster/13636_206_Gabriele_Dachi_Silveira.pdf>.

MARQUES, M. O. A escola no computador: linguagens rearticuladas, educação outra. Coleção: Coleção Fronteiras da Educação. Rio Grande do Sul: Unijuí, 2003.

MARTINHO, T.; POMBO, L. Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais: um estudo de caso. *Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 2, p. 527-538, 2009. Disponível em: < http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART8_Vol8_N2.pdf>.

MARTINS, D.S. Desenvolvimento de website como apoio ao processo de ensino aprendizagem em biologia celular no ensino médio. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO,) Universidade Federal do Paraná. 2019. Disponível em : < <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/trabalhoConclusaoWS?idpessoal=73379&idprograma=32001010175P5&anobase=2019&idtc=20>>.

MARTINS, L. A. P. A história da ciência e o ensino da biologia. *Ciência & Ensino*, v. 3, n. 2, p. 18-21, 2006.

MATOS, G.S. Desenvolvimento de Jogos para Incentivar Meninas na Área da Tecnologia de Informação: um estudo de caso no ensino médio de escola pública. In: Anais do Workshop de Informática na Escola. 2019. p. 715.

MAYER, R. E.; MORENO, R. Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, v. 38, n. 1, p. 43–52, 2003.

MAYER, R. E. *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge University Press, 2005.

McCLEAN, P. The Virtual Cell Animation Collection: Tools for Teaching Molecular and Cellular Biology. *PLOS Biology*, v. 9, p. 1-9, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002118>

McCLEAN, P., JOHNSON, C., ROGERS, R., DANIELS, L., REBER, J., SLATOR, B. M., TERPSTRA, J. E WHITE, A. 2005. Molecular and cellular biology animations: development and impact on student learning. *Cell Biology Education*, 4(2): 169-179. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1103718/>.

McELHANEY, K. W.; CHANG, H.Y.; CHIU, J.L.; LINN, M.C. Evidence for effective uses of dynamic visualisations in science curriculum materials. *Studies in Science Education*, v.51, p. 49-85, 2015. Doi: [10.1080/03057267.2014.984506](https://doi.org/10.1080/03057267.2014.984506).

MEDINA, M. N.; BRAGA, M.; RÊGO, S. C. R. Ensinar ciências para alunos do século XXI: o uso de vídeo-aulas de ciências da natureza por alunos do ensino médio de uma escola pública federal. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. Anais, Águas de Lindóia, 2015.

MEIRINHOS, Manuel. Os desafios educativos da geração Net. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, n.13, p.125-129, 2015. OECD. *Students, Computer sand Learning: Making the Connection*. Paris: OECD, 2015.

MOGHAVVEMI, S.; SULAIMAN, A.; JAAFAR, N. I.; KASEM, N. Social media as a complementary learning tool for teaching and learning: The case of youtube. *The International Journal of Management Education*, v.16, n. 1, p. 37-42, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2017.12.001>.

MORAN, J.M.; MASETTO, M.T.; BEHRENS, M.A. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. São Paulo: Ed. Papirus, 2001.

MORAES, M. C. Subsídios para Fundamentação do Programa Nacional de Informática na Educação. Secretaria de Educação à Distância, Ministério de Educação e Cultura, 1997. Disponível em: http://www.pucrs.br/ciencias/viali/tic_literatura/oficiais/proinfo.pdf.

MORENO, R; MAYER, R. Interactive Multimodal Learning Environments Special Issue on Interactive Learning Environments: Contemporary Issues and Trends (2007). Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/v5414u250220511r/fulltext.html>.

MOURA, A. M. C; CARVALHO, A. A. C. C. Apropriação do Telemóvel como Ferramenta de Mediação em Mobile Learning: Estudos de caso em contexto educativo. 2010. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências da Educação, Universidade do Minho, Braga, 2010.

Disponível

em:

<<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/13183/1/Tese%20Integral.pdf>>.

MUSSOI, E. M.; TAROUÇO, L. M. R. Interatividade com Objetos de Aprendizagem - Cadernos de Informática - v. 6, n. 1, p. 297-300, 2011. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/cadernosdeinformatica/article/view/v6n1p297-300>>.

NEVES, R. F.; CARNEIRO-LEÃO, A. M.A.; FERREIRA, H. S. A imagem da célula em livros de biologia: uma abordagem a partir da teoria cognitivista da aprendizagem multimídia. Investigações em Ensino de Ciências, v. 21, n. 1, p. 94-105, 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/152>

NICHELE, A. G. Tecnologias móveis e sem fio nos processos de ensino e de aprendizagem em química: uma experiência no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. 2015. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2015. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/3754/Aline%20Grunewald%20Nichele.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

NOGARO, A.; CERUTTI, E. As TICs nos labirintos da prática educativa. Curitiba: Editora CRV, 2016.

O'DAY, D. H. The value of animations in biology teaching: a study of long-term memory retention. CBE Life Science Education, v. 6, p. 217–223. 2007.

OLIVEIRA, C. C.; COSTA, J. C.; MOREIRA, M. Ambientes Informatizados de Aprendizagem: Produção e Avaliação de software Educativo. Campinas, SP: Papirus, 2012.

OLIVEIRA, E. M. Pluralismo metodológico e ensino de biologia na 2ª série do ensino médio. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de PósGraduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará. 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/44931/5/2019_dis_emoliveira.pdf>.

OTTO, P. A. A importância do uso das tecnologias nas salas de aula nas series iniciais do ensino fundamental I. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. <Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/168858/TCC_otto.pdf?sequence=1>.

PALMERO, R. L. M.; MOREIRA, A. M. Modelos mentales de la estructura y el funcionamiento de la célula: dos estudios de casos. Revista Investigações em Ensino de Ciências, v. 4, n.2, p. 121-160, 1999. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/606>>.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v.6, n.2, p. 299-309, 2007. Disponível em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec/>>

PEREIRA, M.C; SILVA, M. T. o uso da tecnologia na educação na era digital. Revista saberes em rede Cefapro. p.1-10. 2013. Disponível em: <<http://www.cefaprociaba.com.br/revista/up/ARTIGO%20IX.pdf>>.

PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (2018). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html?=&t=o-que-e>>.

RIBEIRO, A. L. Letramento digital: um tema em gêneros efêmeros. Revista da ABRALIN, v. 8, n. 1, p. 15-38, 2017.

PRENSKY, M. Nativos Digitais, Imigrantes Digitais. MBC University Press, United Kingdom. 2001. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/bassoli/texto-1-ativosdigitaisimigrantesdigitais-1>>.

RAMOS, M. R. V. O uso de tecnologias em sala de aula. Revista Eletrônica: LENPES-PIBID de Ciências Sociais-UEL, v. 1, n. 2, p. 1-16, 2012. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/lenpes-ibid/pages/arquivos/2%20Edicao/MARCIO%20RAMOS%20-%20ORIENT%20PROF%20ANGELA.pdf>>.

REINDL, K. M.; WHITE, A. R.; JOHNSON, C.; VENDER, B.; SLATOR, B. M.; MCCLEAN, P. The Virtual Cell Animation Collection: Tools for Teaching Molecular and Cellular Biology. PLOS Biology, v. 9, p. 1-9, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002118>.

ROLDI, M. M.C; SILVA, M. A. J.; TRAZZI, S. T. Ação Mediada e Ensino por Investigação: Um Estudo Junto a Alunos do Ensino Médio em um Museu de Ciências. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 18. n. 3, p. 967–991, 2018.

SACCOL, A.; SCHLEMMER, E.; BARBOSA, J. M- learning e u-learning: novas perspectivas das aprendizagens móvel e ubíqua. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. Disponível em: <<http://www.upf.br/seer/index.php/rep/article/viewFile/3564/2365>>.

SCHMITT, C. M. O YouTube como ferramenta pedagógica no ensino de geografia. Trabalho de conclusão de curso para obtenção do grau de especialista em mídias da educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2015. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/133982/000978838.pdf?sequence=1>>.

SAILEM H. Z.; COOPER. S.; BAKAL, C. Visualizing quantitative microscopy data: History and challenges. Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology, v.51. n. 2, p. 96–101, 2016. Doi: [10.3109/10409238.2016.1146222](https://doi.org/10.3109/10409238.2016.1146222).

SANTOS, J. A. E.; CASTELANO, K. L.; ALMEIDA, J. M. Uso de tecnologias na prática docente: um estudo de caso no contexto de uma escola pública no interior do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO INTERNACIONAL TIC E EDUCAÇÃO, II., 2012, Lisboa. Anais. Lisboa, Instituto de educação, p. 1023-1031, 2012,. Disponível em: <<http://ticeduca.ie.ul.pt/atas/pdf/atas.pdf>>.

SANTOS, P. V. F.; LUZ, C. R. M. Convergência Midiática: A nova televisão Brasileira. Revista Inovcom, v. 5, n. 2. p. 21-36. 2013. Disponível em: <<http://portcom.intercom.org.br/revistas/index.php/inovcom/article/view/1725>>

SANTOS, R. P.; FREITAS, S. R. S. - Tecnologias Digitais Na Educação: Experiência Do Uso De Aplicativos De Celular No Ensino Da Biologia v.16, n. 32, p. 135-150, 2017. DOI: <https://doi.org/10.15603/1679-8104/ce.v16n32p135-150>.

SARAIVA, Terezinha. Educação a distância no Brasil: lições da história. Em aberto, v. 16, n. 70, 2008.

SAVIANI, D. Educação escolar, currículo e sociedade: o problema da Base Nacional Comum Curricular. Movimento-revista de educação, n. 4, p. 54-84, 2016. Doi: <https://doi.org/10.22409/mov.v0i4.296>.

SHULER, C. Pockets of potential Using Mobile Technologies to Promote Children's Learning, Ed.M. The Joan Ganz Cooney Center 2009. 2009. Disponível em: <https://joanganzcooneycenter.org/wp-content/uploads/2010/03/pockets_of_potential_1_.pdf>.

SILVA A. M.; MACHADO, D.; WARPECHOWSKI, M. Ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio através da informática educativa. In: Anais do Workshop de Informática na Escola. p. 608 – 617, 2013. Disponível em: < <https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/7279>>.

SILVA, M. P. O.; SALES, S. R. O fenômeno cultural do youtube no percurso educacional da juventude ciborgue. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ESTUDOS CULTURAIS EM EDUCAÇÃO, 6., 2015, Canoas. Atas..., Canoas, 2015.

SILVA, B. D.; DUARTE, E. C. V. G.; SOUZA, K. P. Tecnologias digitais de informação e comunicação: artefatos que potencializam o empreendedorismo da geração digital. In: MORGADO, José Carlos; SANTOS, Lucíola Licínio de Castro Paixão; PARAÍSO, Marlucy Alves (Org.), Estudos curriculares, um debate contemporâneo. Curitiba: Editora CRV, p. 165-179. 2013.

SILVA, F. C.; SARTORI, J. Dificuldades de aprendizagem: os desafios da carreira docente. Monografias Ambientais. v. 8, n. 8. p. 1759 – 1774. 2012.

SILVA, M. J.; PEREIRA, M. V.; ARROIO, A. O papel do Youtube no ensino de ciências para estudantes no ensino médio. Revista de Educação, Ciências e Matemática, v.7, n. 2. p. 35 –55, 2017.

STIEFF, M.; BATEMAN J. R.; UTTAL, D.H. Teaching and learning with hreedimensional representations, pgs. 93-120. In: Gilbert, J. Visualization in Science Education. Netherlands: Springer, 2005

STITH, B. Use of animation in teaching cell biology. Cell Biology Education, v.3, p. 181-188, 2004. Doi: [10.1187/cbe.03-10-0018](https://doi.org/10.1187/cbe.03-10-0018).

TAFNER, E. P.; TOMELIN, J. F.; HACK, J. R.; SIEGEL, R. Produção de Materiais Autoinstrutivos para a Educação a Distância/ Centro Universitário Leonardo da Vinci – Indaial: Grupo UNIASSELVI, 2010.

TAROUCO, L. M. R.; KONRATH, M. L. P.; CARVALHO, M. J. S.; AVILA, B. G. Formação de professores para produção e uso de objetos de aprendizagem. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 4, n. 1, p. 1-10, 2006. Doi: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.13886>

TAROUCO, L. M. R.; FABRE, M. C. J. M.; GRANDO, A. R. KONRATH, M. L. P. Objetos de Aprendizagem para M-Learning. Florianópolis: SUCESU - Congresso Nacional de Tecnologia da Informação e Comunicação, 2004. Disponível em: <http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/objetosdeaprendizagem_sucesu.pdf>”.

TAROUCO, L. M. R.; COSTA, V. M.; AVILA, B. G.; BEZ, M. R.; SANTOS, E. F. Objetos de aprendizagem: teoria e prática. Organizadores Liane Margarida Rochenbach Tarouco, Bárbara Gorziza Ávila, Edson Felix dos Santos e Marta Rosecler Bez, Valéria Costa. Ed. CINTED/UFRGS, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/102993>>.

TEZANI, T. C. R. Nativos Digitais: Considerações sobre os Alunos Contemporâneos e a Possibilidade de se (Re)Pensar a Prática Pedagógica. Dixa: Rev. Bras. Psicol. Educ., Araraquara, v.19, n.2, p. 295-307, jul./dez. 2017.

TOLEDO, Priscilla B. F.; ALBUQUERQUE, Rosa A. F.; MAGALHÃES, Ávila R. O Comportamento da Geração Z e a Influência nas Atitudes dos Professores. In: IX SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA -SEGeT, 2012, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: AEDB, 2012.

TORRES-RAMÍREZ, B. M.; AGUILERA, G. D. J. Video-sharing educational tool applied to the teaching in renewable energy subjects. Computers & Education, v.73, p. 160-177, 2014. DOI: [10.1016/j.compedu.2013.12.014](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.12.014).

TUGRUL, T. O. Student perceptions of an educational technology tool: Video recordings of project presentations. Procedia-social and Behavioral Sciences, v. 64, p.133-140, 2012. DOI: [10.1016/j.sbspro.2012.11.016](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.016)

VAUGHAN. T. Multimedia: making it works. 8th edition. New York: McGraw Hill, 2011.

Vigário, Ana Flávia, & Cicillini, Graça Aparecida. (2019). Os saberes e a trama do ensino de Biologia Celular no nível médio. *Ciência & Educação (Bauru)*, 25(1), 57-74. Epub April 25, 2019. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190010005>

VESELINOVSKA, S. S.; GUDEVA, L. K.; DJOKIC, M. Applying appropriate methods for teaching cell biology. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v.15, p. 2837–2842, 2011. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/82331887.pdf>>

WERTHEIN, J. A sociedade da informação e seus desafios. Ciência da informação, Brasília, v. 29, n. 2, p. 71-77, 2000. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ci/v29n2/a09v29n2.pdf>>.

WILEY, D. A. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In D. A. Wiley (Ed.), The Instructional Use of Learning Objects: Online Version. Retrieved MONTH DAY, YEAR, from the World Wide Web. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>”.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa. Revista Eletrônica de Investigación em educación em ciências. v. 5, n. 2, p. 12-19, 2010. “Disponível em: <<http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/reiec/article/view/7445>

8. ANEXO 1 – PRINTS DE ALGUMAS TELAS DO APLICATIVO “BIOLOGIA CELULAR INTERATIVA”

Nos prints a seguir as imagens dos vídeos do YouTube foram cobertas devido a licença se restringir ao código de incorporação.

8.1 HISTÓRICO DAS CÉLULAS

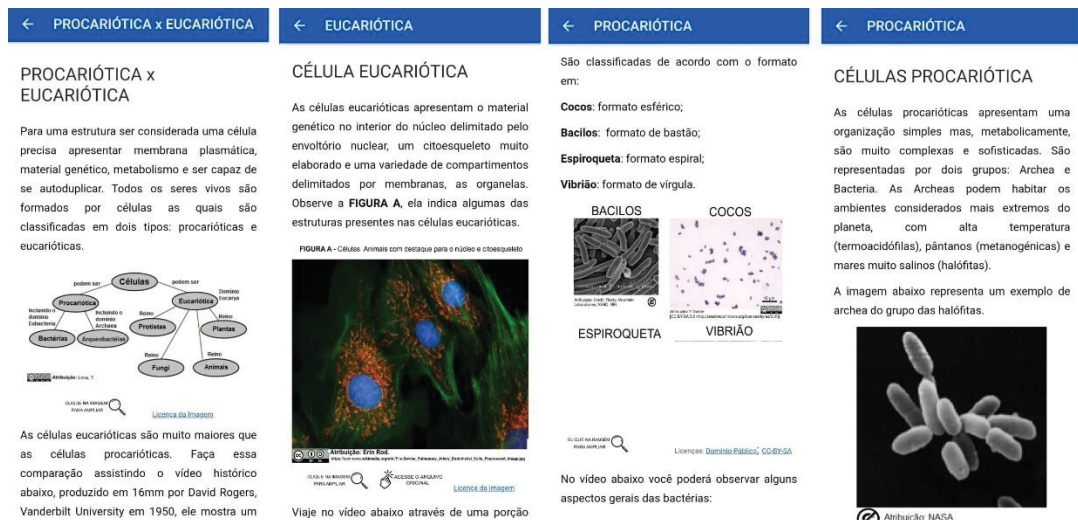
FIGURA 22 - IMAGENS DA ABA HISTÓRICO DAS CÉLULAS



FONTE – Aplicativo *Biologia Celular Interativa*

8.2 TIPOS DE CÉLULAS

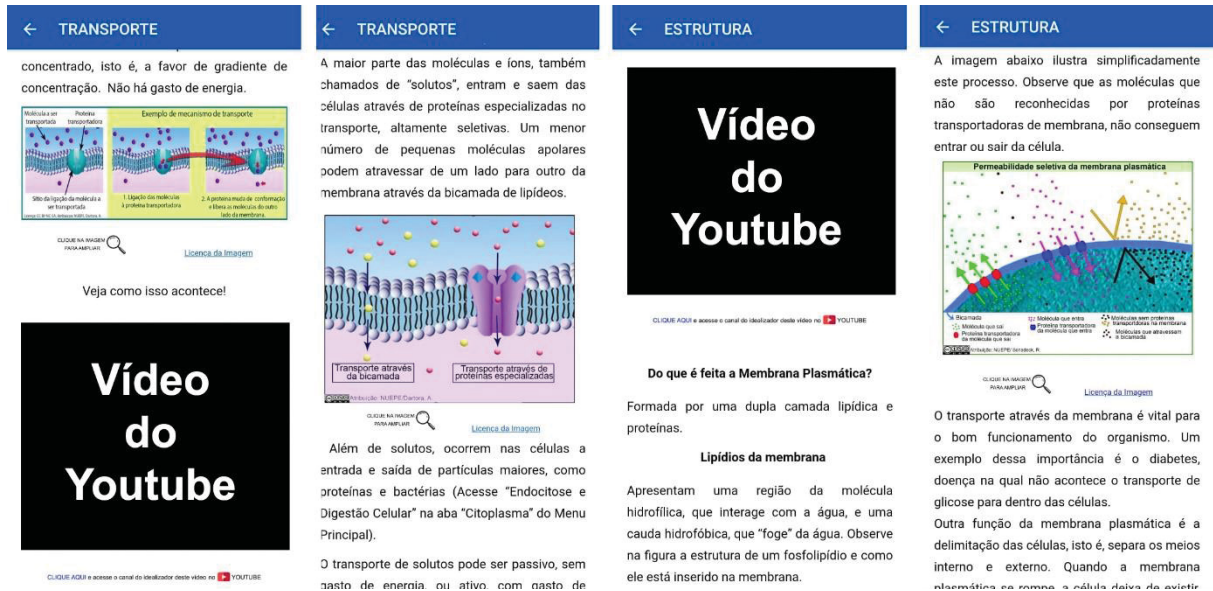
FIGURA 23- IMAGENS DA ABA TIPOS DE CÉLULAS



FONTE – Aplicativo *Biologia Celular Interativa*

8.3 MEMBRANA PLASMÁTICA

FIGURA 24 - IMAGENS DA ABA MEMBRANA PLASMÁTICA



FONTE – Aplicativo *Biologia Celular Interativa*

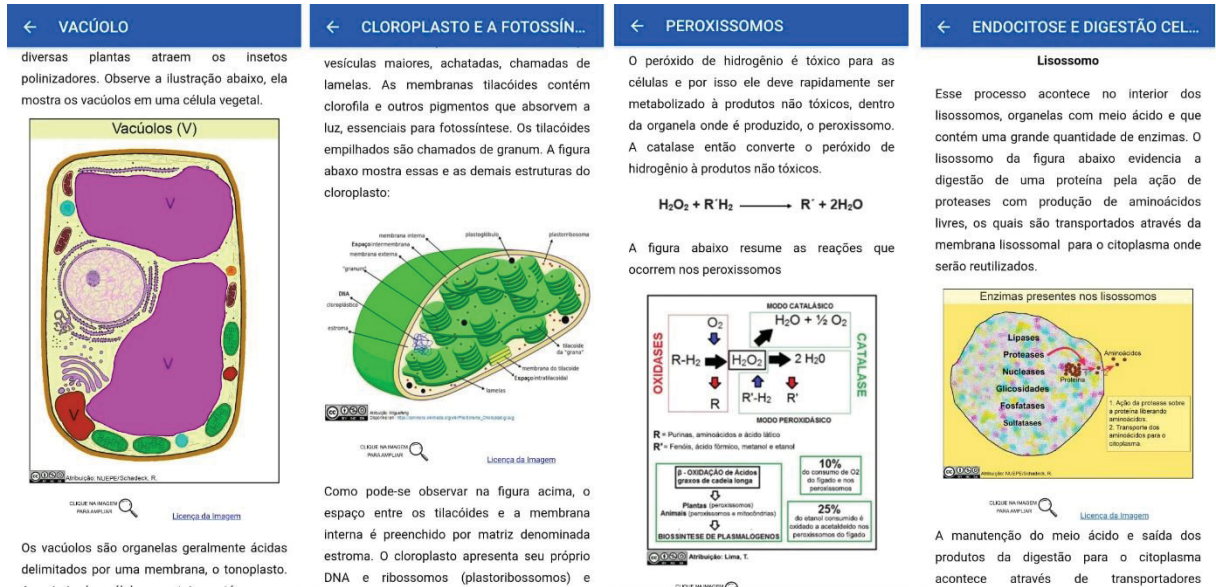
8.4 CITOPLASMA

FIGURA 25 - IMAGENS DA ABA CITOPLASMA



FONTE – Aplicativo *Biologia Celular Interativa*

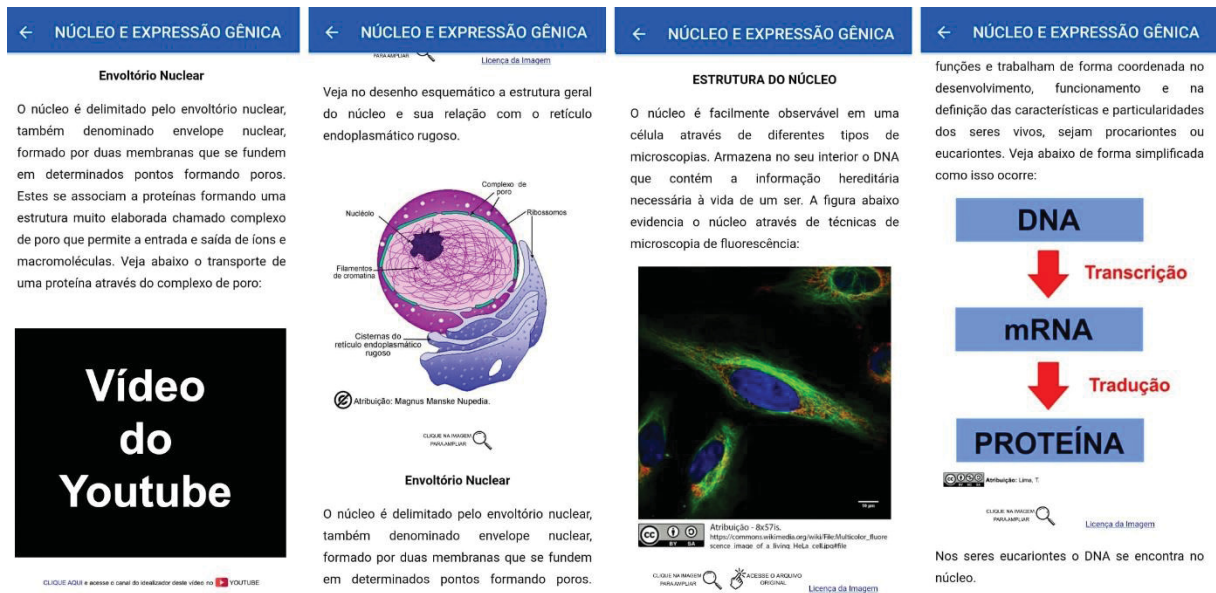
FIGURA 26- IMAGENS DA ABA CITOPLASMA E SUAS ORGANELAS



FONTE – Aplicativo *Biologia Celular Interativa*

8.5 NÚCLEO E EXPRESSÃO GÊNICA

FIGURA 27 - IMAGENS DA ABA *NÚCLEO E EXPRESSÃO GÊNICA*



FONTE – Aplicativo *Biologia Celular Interativa*

8.6 SOBRE O APLICATIVO

FIGURA 28 - IMAGENS DA ABA SOBRE O APLICATIVO



FONTE – Aplicativo *Biologia Celular Interativa*

8.7 ATIVIDADES

FIGURA 29 - IMAGENS DA ABA *ATIVIDADES*

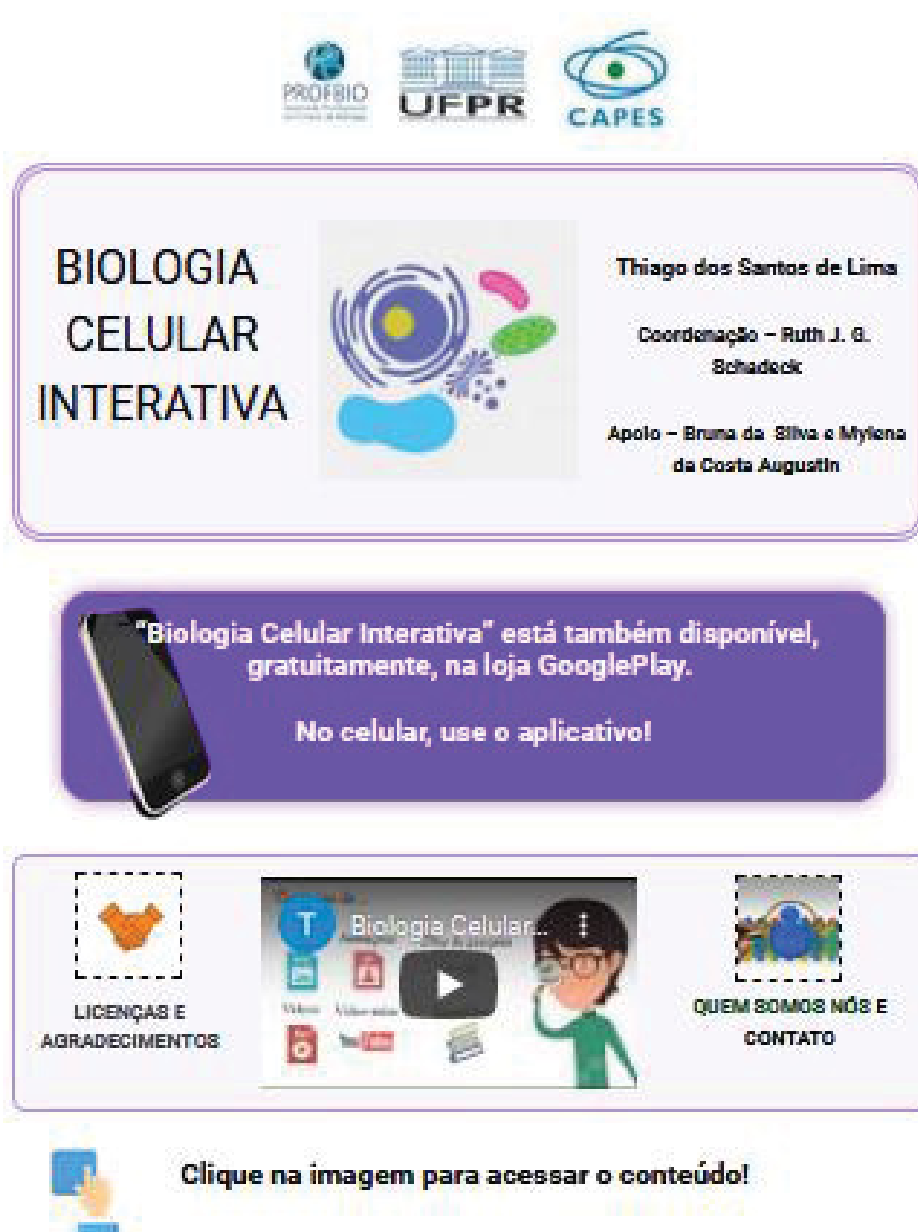


FONTE – Aplicativo *Biologia Celular Interativa*

9. ANEXO 2 - PRINTS DE ALGUMAS PÁGINAS DE WEBSITE “BIOLOGIA CELULAR INTERATIVA”

Nos prints a seguir as imagens são colocadas na sequência de rolagem que será observado pelo usuário ao acessar cada aba da página do website.

FIGURA 30 – CABEÇALHO DA PÁGINA DO MENU PRINCIPAL



FONTE: http://www.nuepe.ufpr.br/portal/?page_id=58

FIGURA 31- MENU PRINCIPAL DO WEBSITE



FONTE: http://www.nuepe.ufpr.br/portal/?page_id=58

FIGURA 32 –INÍCIO DA PÁGINA "HISTÓRICO DAS CÉLULAS" DO MENU PRINCIPAL

Histórico das células



Thiago dos Santos de Lima e Ruth J. G. Schadeck.
Apolo – Bruna da Silva e Mylena da Costa Augustin



Clique na imagem, ou em "tela cheia" nos vídeos, para visualizá-los em tamanho maior.

O primeiro microscópio

Durante a década de 1590, dois fabricantes de óculos holandeses, Zacharias Jansen e seu pai Hans, começaram a experimentar lentes na ampliação de objetos. Assim, inventaram o primeiro microscópio que era um tubo formado por duas lentes. Observe abaixo a reprodução feita por John Mayall, London UK, na década de 1890, depositada atualmente na coleção do Museu Nacional de Saúde e Medicina em Silver Spring, MD.



Zacharias Jansen

Zacharias montava os microscópios que, no início, era usado como brinquedo para observação de pequenos objetos.



Clique [AQUI](#) para acessar a fonte desta imagem.

Quer saber mais sobre a história do microscópio? Assista ao vídeo!

Vídeo do Youtube

Fonte – Canal do Youtube [CaPOF & INCT Óptica Básica e Aplicada](#)

Como um microscópio de luz funciona? Confira!

Vídeo do Youtube

Fonte – Canal do Youtube [Steady](#).

O MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE TRANSMISSÃO (MET)

O MET proporcionou, e ainda proporciona, fantásticas descobertas sobre as células. Este tipo de microscópio utiliza feixe de elétrons e produz imagens com maior resolução e ampliação que microscópio de luz. Por exemplo, as membranas, que não são visualizadas ao microscópio de luz, são visíveis ao MET, como observado na imagem do complexo de Golgi abaixo.



Licença: CC BY-SA 3.0
Atribuição: Stahlkocher
Fonte – [Wikipedia](#)



Atribuição - Mary Morpheu, J. Richard McIntosh, Mark Ladinsky. <http://cellimagelibrary.org/images/7743>
Acesso [AQUI](#) a imagem original. Domínio público.

FIGURA 33 - INÍCIO DA PÁGINA "CÉLULAS PROCARIÓTICAS" EM "TIPOS DE CÉLULAS" NO MENU PRINCIPAL



Células procarióticas

Thiago dos Santos de Lima e Ruth J. G. Schadeck.

Apoio – Bruna da Silva e Mylena da Costa Augustin





Clique na imagem, ou em "tela cheia" nos vídeos, para visualizá-los em tamanho maior.



As células procarióticas apresentam uma organização simples, mas metabolicamente, são muito complexas e sofisticadas. São representados por dois grupos: Archea e Bacteria. As Archeas podem habitar os ambientes considerados mais extremos do planeta terra, com **alta temperatura** (termoacidófilas), pântanos (metanogénicas) e mares muito salinos (halófitas). A imagem ao lado representa um exemplo de archea do grupo das halófitas vista ao microscópio eletrônico de varredura. Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Halobacteria.jpg>



Atribuição: NASA

As bactérias são organismo unicelulares formados por células procarióticas. Estão presentes em praticamente todos os habitats da terra. Existem bactérias vitais para o funcionamento de diferentes organismos, como, por exemplo, a **flora intestinal** em humanos. Outras são causadoras de **doenças**. Além disso, são muito utilizadas na indústria na produção de alimentos e outros produtos. Devido a sua grande importância, existem projetos que conservam bactérias, como a **coleção de bactérias da Amazônia**. Veja abaixo as principais formas que as bactérias podem apresentar.

<p style="text-align: center;">Bacilos – Bactérias em forma de bastão</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="font-size: small;">Atribuição: Credit: Rocky Mountain Laboratories, NIAID, NIH.</p> <p style="font-size: small;">Atribuição – Rocky Mountain Laboratories, ca:NIH. Acesse AQUI a imagem original. Dominio público.</p>	<p style="text-align: center;">Cocos – Bactérias com forma esférica</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="font-size: small;">Atribuição: Y Tambe [CC BY-SA 3.0 (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)]</p> <p style="font-size: small;">Atribuição – Y Tambe. Acesse AQUI a imagem original. Licença – CC BY-NC.</p>
<p style="text-align: center;">Vibrião – Forma semelhante a uma vírgula</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="font-size: small;">Atribuição: CDC/James Gathany</p> <p style="font-size: small;">Atribuição – James Gathany. Acesse AQUI a imagem original. Dominio público.</p>	<p style="text-align: center;">Espiroquetas – Forma em espiral</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="font-size: small;">Atribuição: Photo Credit: Content Providers(s) CDC</p> <p style="font-size: small;">Atribuição- Content Providers(s): CDC. Acesse AQUI a imagem original. Dominio público.</p>

FIGURA 34 - INÍCIO DA PÁGINA "CÉLULAS EUCARIÓTICAS" EM "TIPOS DE CÉLULAS" NO MENU PRINCIPAL



CÉLULAS EUCARIÓTICAS

Thiago dos Santos de Lima e Ruth J. G. Schadeck.

Apoio – Bruna da Silva e Mylena Augustin





Clique na imagem, ou em “tela cheia” nos vídeos, para visualizá-los em tamanho maior.





Atribuição - Erin Rod.
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bovine_Pulmonary_Artery_Endothelial_Cells_Fluorescent_Image.jpg

Atribuição – Erin Rod. Acesse [AQUI](#) a imagem original. Licença CC BY 4.0

As células eucarióticas apresentam os cromossomos no interior do núcleo delimitado pelo envoltório nuclear, um citoesqueleto muito elaborado e uma variedade de compartimentos membranosos, as organelas. Observe a imagem acima mostrando algumas dessas estruturas intracelulares.

Viaje no vídeo abaixo através de uma célula eucariótica animal e perceba a grande complexidade do citoplasma!


São observados: vesículas de secreção (azul claro e escuro, organelas do sistema lisossomal chamadas de corpos multivesiculares (laranja), mitocôndrias (verde), núcleo (amarelo), complexo de Golgi (vermelho acinzentado).

Fonte – Canal do YouTube de [Andrew Noske](#).


Vídeo do Youtube

FONTE: http://www.nuepe.ufpr.br/porta1/?page_id=6353

FIGURA 35 - INÍCIO DA PÁGINA "CÉLULA EUCARIÓTICA X CÉLULA PROCARIÓTICA " EM "TIPOS DE CÉLULAS" NO MENU PRINCIPAL



Célula eucariótica x Célula procariótica



Thiago dos Santos de Lima e Ruth J. G. Schadeck.
Apoio – Bruna da Silva e Mylena da Costa Augustin

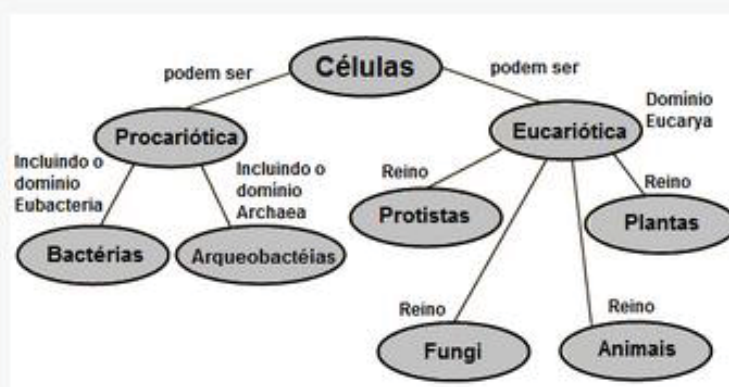


Clique na imagem, ou em "tela cheia" nos vídeos, para visualizá-los em tamanho maior.



Para uma estrutura ser considerada uma célula, precisa apresentar membrana plasmática, material genético, metabolismo e ser capaz de se autoduplicar.

Todos os seres vivos são formados por células as quais são classificados em dois tipos: procarióticas e eucarióticas.



As células eucarióticas são **muito maiores** que as células procarióticas. Faça essa comparação assistindo o vídeo ao lado que mostra um macrófago perseguindo bactérias. Este vídeo é histórico, produzido em 16 mm em 1950 por David Rogers, Vanderbilt University. Fonte – Canal do Youtube **Life Sciences Foundation.**

Vídeo do Youtube

O termo **procariótica** deriva do grego – pro, primeiro e karion, núcleo, – significando a **ausência 'núcleo verdadeiro'**, que é aquele que é envolto por dupla membrana, antigamente denominado de carioteca. Assim, as células com 'núcleo verdadeiro', foram denominadas **eucariótica** – eu, verdadeiro e karion, núcleo, enquanto as células procarióticas tem os seus cromossomos em contato direto com o citoplasma em uma região denominada nucleóide. Compare a seguir essas células através de técnicas de microscopia eletrônica de transmissão.

FONTE: http://www.nuepe.ufpr.br/portal/?page_id=6396

FIGURA 36 - INÍCIO DA PÁGINA "CÉLULAS ANIMAIS X CÉLULAS VEGETAIS " EM "TIPOS DE CÉLULAS" NO MENU PRINCIPAL

Células animais X Células vegetais

Thiago dos Santos de Lima e Ruth J. G. Schadeck
Apoio – Bruna da Silva e Mylena da Costa Augustin

Clique na imagem, ou em "tela cheia" nos vídeos, para visualizá-los em tamanho maior.

As células eucarióticas vegetais são as formadoras das plantas e apresentam, como as células eucarióticas animais, o material genético no interior do núcleo, delimitado pelo envoltório nuclear. Exibe metabolismo complexo e, como qualquer célula eucariótica, uma variedade de compartimentos delimitados por membranas, as organelas. A imagem abaixo faz um comparativo das estruturas que podem ser encontradas nas células eucarióticas animais (esquerda) e vegetais (direita).

Licença – CC BY-NC-SA. Attribuição – Ruth J. G. Schadeck

Quais são as semelhanças e diferenças no funcionamento de células animais e vegetais?

O funcionamento das estruturas celulares, como núcleo organelas, de ambos os tipos celulares é muito semelhante, embora existam, obviamente, especificidades. Por exemplo, tanto na célula animal como na célula vegetal, o peróxido de hidrogênio, molécula muito reativa que poderia causar danos às células, gerado o como subproduto de várias reações, é produzido e degradado dentro do **peroxissomos**. Nessas organelas, em células vegetais, acontecem também as rotas bioquímicas de conversão de lipídeos em carboidratos, conversão essa que

não ocorre nos animais. Logo, graças aos peroxissomos as sementes de oleaginosas, como da soja, são capazes de usar os lipídeos armazenados para a formação de componentes da parede celulose, por exemplo, durante o processo germinativo. Além disso, os cloroplastos estão presentes somente nas células vegetais conferindo a elas a capacidade de realizar a fotossíntese. É claro que a presença de vacúolos e parede celular também implicam em diferenças de funções entre células animais e vegetais.

Os cloroplastos, organelas que contém o pigmento verde clorofila, são facilmente visíveis ao microscópio de luz. O vídeo ao lado mostra a movimentação (ciclose) dessas organelas.

Fonte: Canal do YouTube do professor Luis Alberto Samartin

Vídeo do Youtube

FIGURA 37 - INÍCIO DA PÁGINA "ESTRUTURA DA MEMBRANA " EM "MEMBRANA PLASMÁTICA" NO MENU PRINCIPAL



ESTRUTURA DA MEMBRANA

Thiago dos Santos de Lima e Ruth J. G. Schadeck.
Apoio – Bruna da Silva e Mylena da Costa Augustin





Clique na imagem, ou em “tela cheia” nos vídeos, para visualizá-los em tamanho maior.



O meio ambiente que cerca as células possui o que é essencial para a sobrevivência delas. Entretanto, também apresenta substâncias que podem ser nocivas.

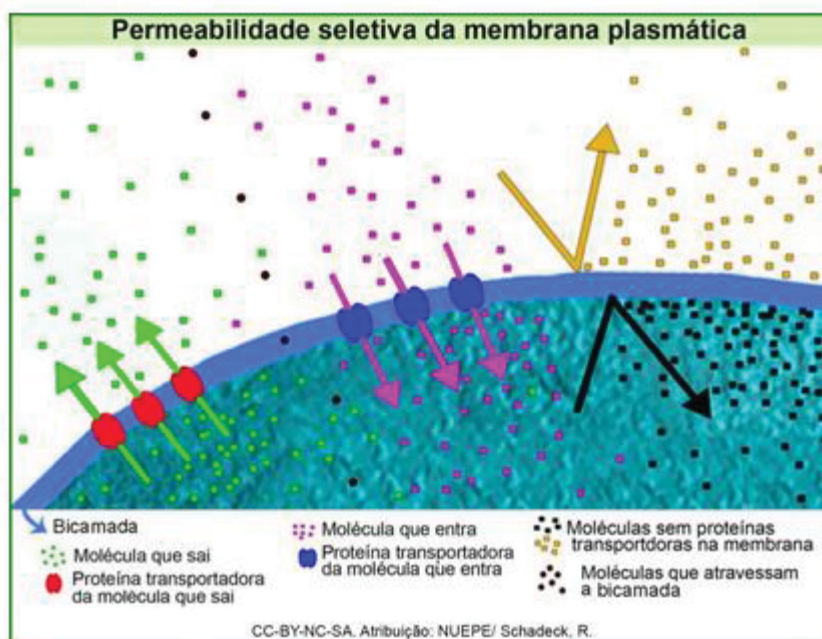


Você sabe como a célula seleciona o que deve entrar e sair?

A membrana plasmática é uma estrutura encontrada em todos os tipos de células. Uma de suas principais propriedades é a **permeabilidade seletiva**, que consiste na capacidade de selecionar quais substâncias entram ou saem do interior das células. Isso se dá através de mecanismo de transporte específicos. Por exemplo, a glicose entra nas células por proteínas específicas na membrana que são capazes de transportá-la para dentro. Por outro lado, muitas moléculas geradas nas

reações químicas no interior celular ficam retidas no citoplasma por serem necessárias ao metabolismo. Isso ocorre por não existirem mecanismos de transporte que permitam a sua saída.


A imagem abaixo ilustra simplificada este processo. Observe que as moléculas que não são reconhecidas por proteínas transportadoras de membrana, não conseguem entrar ou sair da célula



O transporte através da membrana é vital para o bom funcionamento do organismo. Um exemplo dessa importância é o diabetes, doença na qual não acontece o transporte de glicose para dentro das células.

FONTE: http://www.nuepe.ufpr.br/portal/?page_id=6510

FIGURA 38 - INÍCIO DA PÁGINA "TRANSPORTE ATRAVÉS DA MEMBRANA " EM "MEMBRANA PLASMÁTICA" NO MENU PRINCIPAL




Transporte através da membrana

Thiago dos Santos de Lima e Ruth J. G. Schadeck
Apoio – Bruna da Silva e Mylena da Costa Augustin





Clique na imagem, ou em "tela cheia" nos vídeos, para visualizá-los em tamanho maior.



Qual é a importância do transporte através da membrana para os seres vivos

A diferença na composição química e equilíbrio de algumas substâncias entre os meios interno e externo são de suma importância à manutenção da vida e ao bom funcionamento celular. Quando isto não ocorre, inúmeros problemas podem ocorrer, como a morte celular ou doenças graves. Um exemplo disso é a [fibrose cística](#) ou doença do beijo salgado. Um defeito genético causa uma falha no transporte de alguns íons através da membrana das células, levando a pessoa a ter problemas respiratórios, além de provocar o mau funcionamento aparelho digestório, dentre outros.

Veja o vídeo abaixo que aborda vários aspectos dessa doença.

Vídeo do Youtube

Fonte – Canal do YouTube do Dr. [Drauzio Varella](#).

COMO AS MOLÉCULAS ENTRAM E SAEM DAS CÉLULAS?

A maior parte das moléculas e íons, também chamados de "solutos", entram e saem das células através de proteínas especializadas no transporte, altamente seletivas. Um menor número de pequenas moléculas apolares podem atravessar de um lado para outro da membrana através da bicamada de lipídeos.

Além de solutos, ocorrem nas células a entrada e saída de partículas maiores, como proteínas e bactérias. Para saber mais sobre esses transportes acesse "[Endocitose e Digestão Celular](#)".

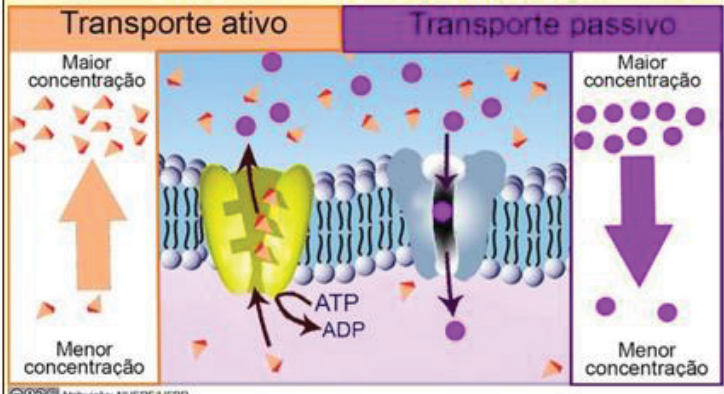
Tipos de transporte quanto à necessidade de energia

O transporte de solutos pode ser passivo, sem gasto de energia, ou ativo, com gasto de energia. O **transporte passivo não consome energia (ATP)** pois transporte ocorre a favor de um **gradiente de concentração** isto é, as moléculas ou íons, também denominados de soluto, atravessam a membrana do lado **MAIS concentrado** para o lado **MENOS concentrado**. Esse tipo de transporte pode ocorrer através da **difusão simples** e **difusão facilitada**. O **transporte ativo é o contrário**: o soluto é transportado do **MENOS concentrado** para o lado **MAIS concentrado** com o uso de energia. Observe a comparação entre esses dois tipos de transporte na figura ao lado.

Transporte ativo

Transporte passivo

Transporte ativo




Atribuição: NUEPE/UFPR


FIGURA 39 - INÍCIO DA PÁGINA "CITOESQUELETO " EM "CITOPLASMA" NO MENU PRINCIPAL




CITOESQUELETO

Thiago dos Santos de Lima e Ruth J.G. Schadeck.
Apoio – Bruna da Silva e Mylena da Costa Augustin





Clique na imagem, ou em "tela cheia" nos vídeos, para visualizá-los em tamanho maior.



Veja abaixo uma célula viva através de avançadas metodologias que permitem visualizar no seu interior um dos filamentos do citoesqueleto, os filamentos de actina.

Vídeo do Youtube

Fonte: Canal do YouTube [CrawlingC3LL](#). Autor: James I. Lim Lawrence, Berkeley National Laboratory



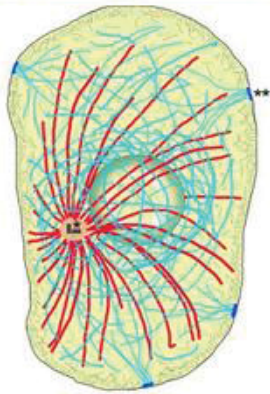
O que é o citoesqueleto?

O citoesqueleto é uma incrível rede de filamentos que atravessa o citoplasma.

O citoesqueleto é formado por três tipos de filamentos proteicos: os **microtúbulos**, os **filamentos de actina** e os **filamentos intermediários**. A figura abaixo mostra distribuição deles em uma típica célula animal:

Citoesqueleto

Rede de filamentos que atravessa a célula




Microtúbulos - Vermelho
Filamentos intermediários - Azul
Filamentos de actina - Cinza
Centrossomo - Um asterisco
Desmosomos - Dois asteriscos

Produção: NUPPE Schadeck, R.


FONTE: http://www.nuepe.ufpr.br/porta/?page_id=6628


FIGURA 40 - INÍCIO DA PÁGINA "MITOCÔNDRIA " EM "CITOPLASMA" NO MENU PRINCIPAL




TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA E MITOCÔNDRIAS

Thiago dos Santos de Lima e Ruth J. G. Schadeck
Apoio – Bruna da Silva e Mylena da Costa Augustin






Clique na imagem, ou em "tela cheia" nos vídeos, para visualizá-los em tamanho maior.



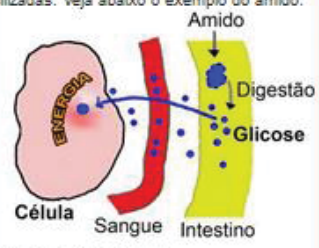
Todos os seres vivos necessitam constantemente de energia para se manterem vivos.



Adaptação: iStockby Getty Images/Shepherd

? Qual é a fonte dessa energia?

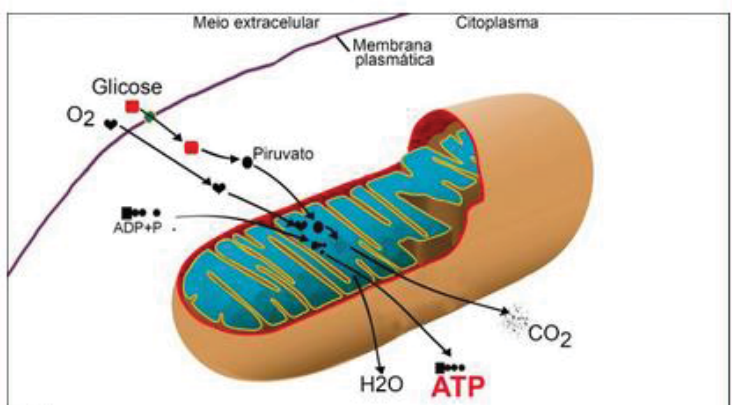
É a energia contida nas moléculas dos alimentos. Os lipídeos e os carboidratos, constituintes da maior parte dos alimentos que ingerimos, são as principais fontes de energia para o organismo. Essas macromoléculas entram no organismo através da alimentação, são digeridas em seus constituintes moleculares, os quais são absorvidos e distribuídas pelo sangue chegando até as células, onde são utilizadas. Veja abaixo o exemplo do amido.



201000 Atribuição: NÚPE/ Schadeck, R.


Painel geral da oxidação da glicose

A glicose que entra na célula sofre uma sequência de reações de grande complexidade que culminam com a produção do ATP. Na última etapa dessas reações é necessário oxigênio, oriundo da respiração pulmonar. Resumidamente, no citoplasma a glicose origina o piruvato que penetra na mitocôndria. Oxigênio, ADP e fosfato (P) também entram na mitocôndria, dentro da qual acontecem uma série de reações que resultam na formação de água, ATP e CO₂.




Atribuição: Mariana Ruiz e LadyoffHats. Adaptação: NÚPE
Atribuição: LadyoffHats, Mariana Ruiz Villarreal. Licença: Domínio público. Modificações por NÚPE, Schadeck, RJ. Acesse [AQUI](#) a imagem original.

FIGURA 41 - INÍCIO DA PÁGINA "SÍNTESE E SECREÇÃO " EM "CITOPLASMA" NO MENU PRINCIPAL




SÍNTESE E SECREÇÃO CELULAR

Thiago dos Santos de Lima e Ruth J. G. Schadeck
 Apoio – Bruna da Silva e Mylena da Costa Augustin



Clique na imagem, ou em "tela cheia" nos vídeos, para visualizá-los em tamanho maior.

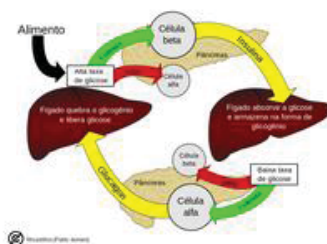


Qual é o papel da secreção celular no funcionamento dos organismos?

Muitas substâncias produzidas no interior de nossas células irão agir no meio extracelular próximo ou em pontos distantes do local de produção, como é o caso da insulina, hormônio responsável pela redução da glicemia (taxa de glicose no sangue). A insulina, produzida nas células beta das Ilhotas de Langerhans do pâncreas endócrino (apenas 2% do órgão), é essencial no metabolismo de carboidratos, na síntese de proteínas e no armazenamento de lipídios

Insulina: um importante exemplo de secreção

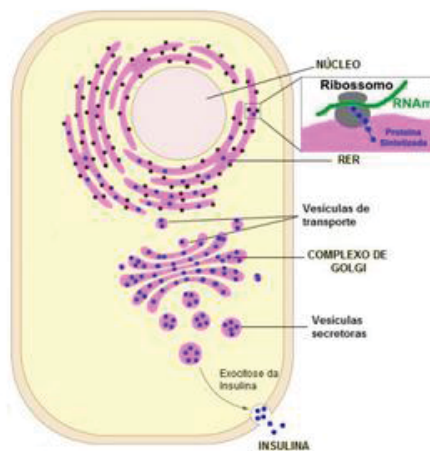
Quando a taxa de glicose estiver alta no sangue ocorre a liberação de **insulina** que entra na corrente circulatória e chega até as células. Através de mecanismos complexos promove a entrada de glicose nas células. Quando a taxa de glicose estiver muito baixa no sangue, a liberação de insulina é inibida e a do glucagon é estimulada. O glucagon desencadeia a quebra de glicogênio armazenado no fígado e a glicose resultante é liberada no sangue. Dessa forma os níveis de glicose no sangue são mantidos dentro da faixa fisiológica. Observe a imagem ao lado e tenha uma visão geral do processo.



Atribuição: Rhcastilhos. Domínio público. Acesse [AQUI](#) a imagem original.

Os processos intracelulares da síntese de insulina

Veja na figura abaixo que a insulina é sintetizada pelos ribossomos aderidos ao retículo endoplasmático rugoso (RER). Após encaminhada para o complexo de Golgi, sofre modificações e atinge a sua forma ativa. Quando as células beta são estimuladas, a insulina é secretada se difundindo através de pequenos vasos sanguíneos do pâncreas.



Atribuição: Ziv'a [Public domain]
 Adaptado de: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Insulin_secretion.svg


FIGURA 42 - INÍCIO DA PÁGINA "ENDOCITOSE E DIGESTÃO CELULAR " EM "CITOPLASMA" NO MENU PRINCIPAL




Endocitose e digestão celular

Thiago dos Santos de Lima e Ruth Schadeck.

Apoio – Bruna da Silva e Mylena da Costa Augustin



Clique na imagem, ou em "tela cheia" nos vídeos, para visualizá-los em tamanho maior.



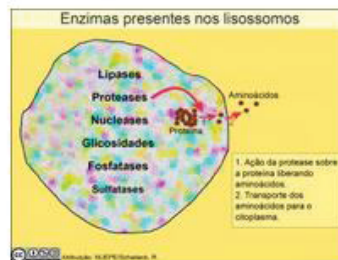
A digestão celular está envolvida em processos fundamentais para a vida, como a manutenção da homeostase e a defesa dos organismos. Falhas da digestão intracelular acarretam gravíssimas doenças, conforme relatado pela doutora Ana Maria Martins, no vídeo ao lado.

Vídeo do Youtube

Fonte – Canal do YouTube [Casa Hunter](#).

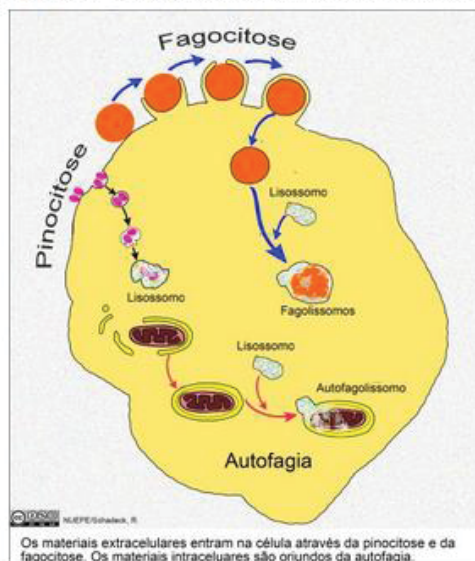
Mas afinal, o que é a “digestão intracelular”?

É a quebra dos compostos químicos que constituem os organismos como proteínas, carboidratos, ácidos nucleicos, dentre outros. Essas moléculas são digeridas por enzimas hidrolíticas que usam água para romper as ligações. Esse processo acontece no interior dos lisossomos, organelas com meio ácido e que contém uma grande quantidade de enzimas. O lisossomo da figura ao lado evidencia a digestão de uma proteína pela ação de proteases com produção de aminoácidos livres, os quais são transportados através da membrana lisossomal para o citoplasma onde serão




Qual a origem dos materiais a serem digeridos?

Podem ser **extracelulares** ou **intracelulares**, com mostra, simplificada, a figura abaixo. Os materiais **extracelulares** são internalizados por dois tipos de endocitose: **pinocitose** e **fagocitose**.




FONTE: http://www.nuepe.ufpr.br/portal/?page_id=6822

FIGURA 43 - INÍCIO DA PÁGINA "PEROXISSOMOS, UMA ORGANELA MULTIFUNCIONAL" EM "CITOPLASMA" NO MENU PRINCIPAL





Peroxisissomos, uma organela multifuncional

Thiago dos Santos de Lima e Ruth J. G. Schadeck.
Apolo – Bruna da Silva e Mylena da Costa Agustin



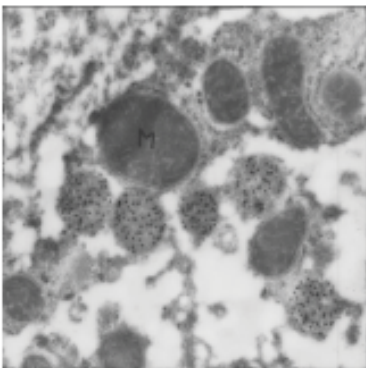
Clique na imagem, ou em "tela cheia" nos vídeos, para visualizá-los em tamanho maior.





Peroxi.. Peroxisissomos...Peróxido?

Os peroxissomos são organelas membranosas com diversificado conteúdo de enzimas. São assim chamados porque produzem, como subproduto de suas reações, o peróxido de hidrogênio, o qual é degradado dentro dele mesmo. Alguns peroxissomos podem apresentar uma estrutura mais eletrônica densa vista o microscópio eletrônico de transmissão denominada de **cristaloide**, facilitando assim a sua identificação. Quando isso não ocorre é necessário fazer uma marcação específica, como na imagem ao lado, em células de fígado de rato. Assim, as organelas que aparecem com a marcação (bolinhas escuras por esta técnica) são peroxissomos.




Atribuição - Marc Espeel, Frank Roels
<http://cellimagelibrary.org/images/46704>

Atribuição - Marc Espeel, Frank Roels. Acesso [AQUI](#) a
Imagem original. Licença: [CC BY 3.0](#)

FUNÇÕES DOS PEROXISSOMOS

São organelas que podem realizar funções diferentes dependendo do tipo celular, organismo e estágio do desenvolvimento. Portanto, o conjunto de enzimas é variável. Faz parte de seu rol de funções a degradação de aminoácidos, purinas e a β-oxidação de ácidos graxos de cadeia muito longa. Os peroxissomos também participam de processos de síntese, como a biossíntese de plasmalogênios, um lipídeo de membrana de células nervosas, do colesterol e dos sais biliares.

β-oxidação dos ácidos graxos – Nos peroxissomos as moléculas de ácidos graxos de cadeia muito longa ou ramificada produzem moléculas com dois carbonos chamados de acetil-CoA. A acetil-CoA migra para o citosol, onde participará de reações de síntese de outras moléculas ou para a mitocôndria onde poderá ser utilizada.



Funções dos peroxissomos
Dependem do tipo de célula e organismo

- Funções degradativas**
Degradação de aminoácidos e purinas;
β-oxidação de ácidos graxos de cadeia longa
e decomposição de peróxido de hidrogênio
- Funções biossintéticas**
Participa na biossíntese de plasmalogênios,
colesterol, sais biliares e ácidos graxos
polinsaturados
- Detoxificação**
Etanol, metanol
- Glioxissomos (plantas)**
Conversão de ácidos graxos em glicose
- Bioluminescência**
Apresenta a enzima luciferase

FONTE: http://www.nuepe.ufpr.br/portal/?page_id=6912

FIGURA 44 - INÍCIO DA PÁGINA "O CLOROPLASTO E A FOTOSSÍNTESE" EM "CITOPLASMA" NO MENU PRINCIPAL



OS CLOROPLASTOS E A FOTOSSÍNTESE

Thiago dos Santos de Lima e Ruth J. G. Schadeck
Apoio – Bruna da Silva e Mylena da Costa Augustin





Clique na imagem, ou em "tela cheia" nos vídeos, para visualizá-los em tamanho maior.



A sobrevivência de todos os animais e microrganismos depende da captação contínua dos compostos orgânicos, os alimentos, para manter o metabolismo. Veja o vídeo que trata da cadeia alimentar e perceba que a vida em nosso planeta não seria possível a fotossíntese.

Vídeo do
Youtube

Fonte – Canal do Youtube Editora SEI

O CLOROPLASTO

Nas plantas (incluindo as algas) a fotossíntese acontece graças a uma organela denominada cloroplasto. Esta organela é envolta por duas membranas, membrana interna e externa. Entre elas situa-se o espaço intermembrana. Um terceiro sistema de membranas, as membranas tilacóides, se encontra no interior do cloroplasto. É formado por vesículas em formato de moedas, chamados de tilacóides, e vesículas maiores, achatadas, chamadas de lamelas.

As membranas tilacóides contêm clorofila e outros pigmentos que absorvem a luz, essenciais para fotossíntese. Uma pilha de tilacóides é chamado de granum. O espaço entre os tilacóides e a membrana interna é preenchido por matriz denominada estroma. O cloroplasto apresenta seu próprio DNA e ribossomos e sintetiza algumas proteínas (plastoribossomos). Podem ainda ser observados os plastoglôbulos, corpúsculos globulares que armazenam lipídios no interior do cloroplasto.



Atribuição - MiguelSierra. Licença - CC BY-SA 4.0

Atribuição - MiguelSierra. Acesse [AQUI](#) a figura original. Licença - CC BY-SA 4.0.

FIGURA 45 - INÍCIO DA PÁGINA "VACÚOLOS" EM "CITOPLASMA" NO MENU PRINCIPAL

Vacúolos

Thiago dos Santos de Lima e Ruth J. G. Schadeck
Apoio – Bruna da Silva e Mylena da Costa Augustim




Clique na imagem, ou em "tela cheia" nos vídeos, para visualizá-los em tamanho maior.




Todos sabemos da importância das cores das flores para atrair os polinizadores. Qual é a estrutura da célula vegetal responsável por estas maravilhosas cores?





NUEPE, CC-BY-NC-SA. Atribuição: Randi, J. F.

As inúmeras e lindas tonalidades das cores das flores são produzidas por pigmentos armazenados nos vacúolos. Dessa forma as pétalas de diversas plantas atraem os insetos polinizadores.

Os vacúolos são compartimentos característicos de células de plantas, fungos e protozoários. Veja abaixo!

Veja no vídeo da elódea, à esquerda, que grande parte do citoplasma não apresenta cloroplastos (estruturas verdes). Isso se deve aos vacúolos que ocupam um grande volume celular e **pressionam** os cloroplastos contra a parede celular. O vídeo do meio mostra um **vacúolo de conídio germinado** de um fungo com resíduos da digestão. No vídeo da direita se observa um paramécio, com inúmeros vacúolos digestivos repletos de leveduras, coradas em azul, que foram fagocitadas.

Vídeo do
Youtube

Vídeo do
Youtube

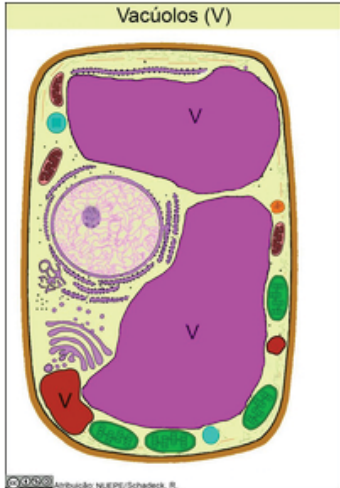
Vídeo do
Youtube

Fonte – Canal do YouTube [Olympus Life Science](#). Autor: Mr. Ralph Grimm .

Fonte – Canal do Youtube [NUEPE](#).

Fonte – Canal do YouTube [NUEPE](#)

Os vacúolos de células vegetais



Atribuição: NUEPE/Schadeck, R.

Os vacúolos são organelas geralmente ácidas delimitados por uma membrana. A maioria das células vegetais contém um ou mais vacúolos, de tamanho variável, chegando a ocupar até 90% do volume celular. Entretanto, é bom frisar que o tamanho dos vacúolos pode variar de tecido para tecido e com a idade da célula. Células vegetais jovens apresentam muitos vacúolos pequenos. À medida que a célula vegetal vai crescendo, estes vacúolos se fundem originando grandes vacúolos na célula.

Os vacúolos apresentam múltiplas funções. Podem armazenar diferentes componentes, participar da osmorregulação celular, controlar a pressão osmótica exercida de dentro para fora sobre a parede celular e apresentar enzimas digestivas. Uma mesma célula pode conter diversos tipos de vacúolos com funções diferentes, como digestão e armazenamento.

FONTE: http://www.nuepe.ufpr.br/portal/?page_id=6939

FIGURA 46 - INÍCIO DA PÁGINA "NÚCLEO E EXPRESSÃO GÊNICA" NO MENU PRINCIPAL



Núcleo e expressão gênica

Thiago dos Santos de Lima e Ruth J. G. Schadeck
Apoio – Bruna da Silva e Mylena da Costa Augustin





Clique na imagem, ou em "tela cheia" nos vídeos, para visualizá-los em tamanho maior.



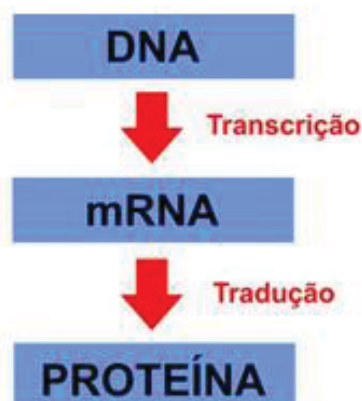


CC-BY-NC-SA, Atribuição: NUEPE, Rami, JF

Todos os seres vivos possuem informações genéticas que lhes conferem as suas características. Mas, o que são essas informações? Como elas realizam esse maravilhoso fenômeno de construir os seres vivos?

Expressão gênica

Em linhas gerais, a informação está contida nos genes que estão no DNA. A partir deles são sintetizados os RNAs que orientam a síntese das proteínas. Veja ao lado, de forma simplificada, como isso ocorre. Essas proteínas têm inúmeras funções e trabalham de forma coordenada no desenvolvimento, funcionamento e na definição das características e particularidades dos seres vivos, sejam procariotos ou eucariotos.



Atribuição: Lima, T.



Onde o DNA está localizado em uma célula? Qual é a estrutura do núcleo? O que são cromossomos? ...?...?

Nos seres eucariontes o DNA se encontra dentro do núcleo, organizado nos cromossomos. No vídeo abaixo você pode observar um protozoário, o paramécio. Através de efeitos gráficos, o núcleo é destacado e segue-se uma mergulho no seu interior até o DNA. Na sequência, o protozoário é observado sem nenhum processamento gráfico ou químico. O citoplasma é repleto de vacúolos digestivos com leveduras internalizadas através da fagocitose. Verifique que a região ocupada pelo núcleo, inicialmente destacado em laranja, não apresenta tais vacúolos.

FONTE: http://www.nuepe.ufpr.br/portal/?page_id=7125